



Topi Vuorio

Tiimerkintöjen paluuheijastavuus vuoden eri aikoina

Diplomityö, joka on jätetty opinnäytteenä tarkastettavaksi
diplomi-insinöörin tutkintoa varten.

Espoossa 03.12.2012

Valvoja: Professori Terhi Pellinen

Ohjaaja(t): DI Anne Valkonen

TkT Jarkko Valtonen

AALTO-YLIOPISTO TEKNIKAN KORKEAKOULUT PL 12100, 00076 Aalto http://www.aalto.fi		DIPLOMITYÖN TIIVISTELMÄ
Tekijä: Topi Vuorio		
Työn nimi: Tiemerkintöjen paluuheijastavuus vuoden eri aikoina		
Korkeakoulu: Insinööritieteiden korkeakoulu		
Laitos: Yhdyskunta- ja ympäristötekniikan laitos		
Professori: Tietekniikka	Koodi: Yhd-10	
<p>Työn valvoja: Professori Terhi Pellinen</p> <p>Työn ohjaaja(t): DI Anne Valkonen, TkT Jarkko Valtonen</p>		
<p>Paluuheijastavuus on yksi laatuvaatimuksista, jotka tiemerkintöjen tulee täyttää. Tiemerkintöjen heijastavuutta ja näkyvyyttä mitataan paluuheijastavuusmittauksilla. Paluuheijastavuuksia mitataan sekä pistemäisillä paluuheijastavuusmittauksilla että mobiilimittauksilla. Tässä työssä keskityttiin pistemäisiin paluuheijastavuusmittauksiin LTL-X -käsimittarilla.</p> <p>Tässä työssä haluttiin selvittää tiemerkintöjen näkyvyys vuoden eri aikoina arvioituna paluuheijastavuudella, koska yhtä laajoja ja ympärivuotisia mittauksia ei ole aikaisemmin tehty. Ensimmäiseksi mittaushetkeksi valittiin KT51:n (34 pistettä) reunaviivamerkinnot Kirkkonummen ja Inkoon alueelta, jossa tiemerkintämateriaali oli pääosin spraymassaa. Toinen kohde valittiin Sipoosta MT1521:ltä (12 pistettä), jossa merkintämateriaali oli valumassaa. Mittaukset suoritettiin molemmissa kohteissa kerran viikossa sattumanvaraisena päivänä vuoden ajan. Mittaukset aloitettiin viikolla 41 vuonna 2011 ja ne päättyivät viikolla 42 vuonna 2012.</p> <p>Molemmissa mittaushetkeissä saatiin mittausten alussa kaikista pisteistä hyväksyttäviä arvoja (raja-arvo 100 mcd/m²/lx). Talven aikana molemmissa kohteissa mitattiin pelkästään huonoja arvoja. Tulosten perusteella tiemerkinnät eivät heijasta riittävästi, jos tien pinta on kostea, märkä tai luminen. Talven aikana nastarenkaat ja auraus aiheuttivat paljon kulumista KT51:llä, joten iso osa pisteistä ei enää palautunut yli raja-arvon loppumittausjakson aikana. MT1521:llä ollut valumassa kesti paremmin kulutusta ja siellä kaikki pisteet palautuivat selvästi yli raja-arvon kevään ja kesän aikana.</p> <p>Työssä tutkittiin lisäksi profiloitujen merkintöjen paluuheijastavuutta ja heinäkuussa 2012 KT51:ltä otettiin mitattavaksi 12 uutta pistettä juuri valmistuneesta tiemerkinnästä.</p> <p>Suurimpia vaikuttajia paluuheijastavuuteen todettiin olevan kosteus, kuluminen ja lika. Lisäksi valumassan todettiin kestävän paremmin kulutusta kuin spraymassan ja näin ollen myös heijastavan paremmin talven jälkeen.</p> <p>Tässä tutkimuksessa saatujen tulosten ja päätelmien perusteella suositeltiin paluuheijastavuuden ja kuntoarvon yhteistutkimusta, kahden vuoden pituisia paluuheijastavuusmittauksia, märkäpaluuheijastavuuden soveltumista määrääväksi tekijäksi tiemerkinnöille sekä nykyisten paluuheijastavuusien raja-arvojen tarkoituksenmukaisuuden pohtimista.</p>		
Päivämäärä: 03.12.2012	Kieli: Suomi	Sivumäärä: 94+26 liit.
Avainsanat: paluuheijastavuus, tiemerkinnät, spraymassa, valumassa		

AALTO UNIVERSITY SCHOOLS OF TECHNOLOGY PO Box 12100, FI-00076 AALTO http://www.aalto.fi		ABSTRACT OF THE MASTER'S THESIS
Author: Topi Vuorio		
Title: Seasonal variation in the retroreflection of road markings		
School: School of Engineering		
Department: Civil and Environmental Engineering		
Professorship: Highway Engineering	Code: Yhd-10	
Supervisor: Professor Terhi Pellinen		
Instructor(s): M.Sc. Anne Valkonen, Sc.D. Jarkko Valtonen		
<p>Abstract:</p> <p>Retroreflectivity is one of the quality requirements set for road markings. The reflectivity and visibility of road markings are determined with retroreflectivity measurements. Retroreflection can be measured with handheld or vehicle based retroreflectometers. This work focuses on measurements made with handheld retroreflectometers.</p> <p>This work investigated the behavior of retroreflection in different times of the year, because it has never been done in such a scale and time span of a whole year before. Measurements were made on two roads: KT51 (34 points) and MT1521 (12 points). The marking material was spray thermoplastic in KT51 and extruder thermoplastic in MT1521. The measurements were carried out once a week on a random day. The measurements were started in week 41 in 2011 and ended in week 42 in 2012.</p> <p>At the beginning of the measurements all points were within acceptable limits ($>100 \text{ mcd/m}^2/\text{lx}$) at both locations. One result of the measurements was that road markings do not adequately reflect if the road surface is moist, wet or snowy. In the winter all points were by far under the acceptable limit. Studded tires and snow plowing caused a lot of damage to the spray thermoplastic and most of the points in KT51 didn't recover to the limit value after the winter. At MT1521 the abrasion resistance of the marking material was better and all points recovered above the limit value after the winter.</p> <p>Additional investigations were also carried out on the retroreflectivity of freshly-applied profiled markings, and additional 12 new points from KT51 were included in July 2012.</p> <p>The most significant factors affecting retroreflectivity were found to be moisture, abrasion and dirt. In addition, the extruder thermoplastic was found to have a better abrasion resistance and better reflectivity after the winter than the spray thermoplastic.</p> <p>According to the results and conclusions of this work, it is recommended to research retroreflection and abrasion resistance together, to measure retroreflection two years in a row, to consider quality requirements based on wet-retroreflection and to reconsider the current limit values of retroreflectivity.</p>		
Date: 03.12.2012	Language: Finnish	Number of pages: 94+26 appendix
Keywords: retroreflection, retroreflectivity, road markings, thermoplastics, spray, extruder		

Alkusanat

Diplomityön idea syntyi PANK RY:n Tiemeröntävaliokunnasta. Työtä ehdotettiin minulle ja kiinnostuin heti aiheesta. Aihe oli mielenkiintoinen juuri sen yhteiskunnallisen tärkeyden ansiosta. Lisäksi työhön liittyneet laajat maastomittaukset vaikuttivat erittäin mielenkiintoisilta.

Työn aihepiiri oli minulle suhteellisen uutta asiaa ja näin työtä tehdessä ja etenkin maastossa mittauksia tehtäessä, sai viikoittain kokea oppimisen tunteita. Ajokilometrejä tuli vuoden aikana paljon, mutta samalla nämä ajomatkat olivat hyviä hetkiä tehdä ajatus-työtä ja keskustella mittauksissa esiintyneistä ilmiöistä kanssamatkustajien kanssa.

Työn rahoitus löytyi helposti, koska työstä saatavat tulokset olivat niin tilaajille kuin tekijöillekin etukäteen tuntemattomia. Liikennevirasto lähti rahoittamaan työtä ja tästä kuuluu iso kiitos Liikenteen ohjauksen asiantuntija Tuomas Östermanille. Työn ohjaajiksi lupautuivat Pirkanmaan ELY-keskuksesta DI Anne Valkonen ja Aalto-yliopistosta TkT Jarkko Valtonen. Edellä mainittujen lisäksi työhön saatiin paljon apua ja asiantuntemusta Uudenmaan ELY-keskuksen DI Tuomas Vasamalta sekä Cleanosol OY:n toimitusjohtajalta DI Anders Nordströmiltä. Haluankin nyt kiittää kaikkia edellä mainittuja kuten myös työn valvojaa professori Terhi Pellistä. Maastomittauksissa minua oli vuoden aikana auttamassa monia Aalto-yliopiston tutkimusapulaisia, joten iso kiitos Eskolle, Jannelle, Katjalle, Helille, Artturille ja Annalle.

Erityiskiitokset kuuluvat Anulle, Aulille, Timolle ja Ossille, jotka tukivat minua paljon opiskelujeni varrella. Kiitos, että jaksoitte potkia minua eteenpäin, kun tarvitsin tukea. Lisäksi kiitos Jorelle porkkanapuheista.

Espoo 3.12.2012

Topi Vuorio

Sisällysluettelo

Tiivistelmä

Abstract

Alkusanat

Sisällysluettelo	5
Termit ja käsitteet (Tiehallinto 2007b)	7
1 Johdanto	9
1.1 Taustaa	9
1.2 Työn suoritus ja tavoitteet	10
1.3 Työn rakenne	11
2 Kirjallisuustutkimus	12
2.1 Tiemerkinnät	12
2.1.1 Tiemerkintäperiaatteet	12
2.1.2 Tiemerkintöjen mitoitus ja käyttö	12
2.1.3 Tiemerkintämateriaalien valintaperuste	14
2.1.4 Tiemerkintöjen kuntoarviointi	15
2.2 Tiemerkintätyypit	16
2.2.1 Massamerkinnät	18
2.2.2 Maalimerkinnät	20
2.2.3 Palautetta antavat merkinnät	20
2.2.4 Yhdistelmämerkinnät	21
2.3 Paluuheijastavuus	22
2.3.1 Paluuheijastavuuden periaate	22
2.3.2 Paluuheijastavuusmittaukset	24
2.3.3 Mittauslaitteet	25
2.3.4 Mittauslaitteiden vertailumittaukset Suomessa	28
2.3.5 Aikaisempia paluuheijastavuusmittauksia	30
3 Maastomittaukset	43
3.1 Työsuunnitelma	43
3.2 Mittauskohteet	46
3.2.1 KT51	46
3.2.2 MT1521	46
3.2.3 Drop-on-line ja Kamflex	46
4 Tulokset	48
4.1 Paluuheijastavuusmittaukset	48
4.1.1 KT51	48
4.1.2 MT1521	54
4.2 Kulumisen vaikutus paluuheijastavuuteen	57
4.3 Vuorokaudenajan vaikutus paluuheijastavuuteen	57
4.4 Merkinnän harjauksen vaikutus paluuheijastavuuteen	58
4.5 Kamflex ja Drop-on-line - merkintöjen paluuheijastavuusmittaukset	59

5	Tulosten analysointi	61
5.1	Paluuheijastavuusmittaukset KT51	61
5.2	Paluuheijastavuusmittaukset MT1521	70
5.3	Kulumisen vaikutus paluuheijastavuuteen	73
5.4	Vuorokaudenajan vaikutus paluuheijastavuuteen	77
5.5	Merkinnän harjauksen vaikutus paluuheijastavuuteen	79
5.6	Kamflex ja Drop-on-line - merkintöjen paluuheijastavuusmittaukset	82
5.7	Vertailu aikaisempiin paluuheijastavuusmittauksiin	84
6	Yhteenveto, päätelmät ja suositukset	86
	Lähdeluettelo	91
	Liiteluettelo	94
	Liite 1. Kansallisten paluuheijastavuusmittausten tulokset 2004-2007	1
	Liite 2. Mittauspisteiden kuvaus KT51	4
	Liite 3. Mittauspisteiden kuvaus MT1521	5
	Liite 4. KT51:n paluuheijastavuusmittaukset yhteenveto	6
	Liite 5. KT51:n uusien pisteiden paluuheijastavuusmittaukset	7
	Liite 6. MT1521 paluuheijastavuusmittaukset yhteenveto	8
	Liite 7. Vuorokaudenajan vaikutus paluuheijastavuuteen KT51:llä	9
	Liite 8. KT51:n paluuheijastavuusmittausten tulokset	11
	Liite 9. MT1521:n paluuheijastavuusmittausten tulokset	22

Termit ja käsitteet (Tiehallinto 2007b)

Esimuotoiltu merkintä

Esimuotoillut tiemerkinnot ovat teippejä tai levymäisiä massamerkintöjä, jotka kiinnittyvät omalla tai erillisellä liimalla, kuumentamalla tai muulla tavalla.

Kuntoarvo

Silmämääräinen (näköhavaintoon perustuva) viisiportainen tiemerkinnotun kunnon arviointiasteikko. Kuntoarvo voidaan määritellä myös koneellisesti, jos on luotettavasti osoitettu, että tulokset vastaavat silmämääräisesti tehtyä arviointia.

Kuumamassa

Liuotinta sisältämätön merkintäaine, joka toimitetaan kiinteässä, rakeisessa tai jauhe- maisessa muodossa. Se sulatetaan kuumentamalla ja levitetään sen jälkeen käsikäyttöi- sellä, mekaanisella levittimellä tai ruiskulla. Jäähtyessään massa muodostaa kiinteän merkinnän.

Kylmämassa

Merkintäaine, joka toimitetaan yksi- tai monikomponenttisessä muodossa. Eri menetel- missä ainesosat sekoitetaan eri suhteissa ja tuote levitetään sopivalla levittimellä. Lopul- linen merkintä syntyy kemiallisen reaktion kautta.

Luminanssitekijä β

Kuvaa merkinnän näkyvyyttä päivänvalossa ja pysyvässä tievalaistuksessa (ns. päi- vänäkyvyys).

Maali

Nestemäinen tuote, joka sisältää orgaaniseen liuottimeen tai veteen liettynyt kiintoai- neita. Maali voidaan toimittaa yksi- tai monikomponenttisena tuotteena. Kun maali levi- tetään siveltimellä, telalla, ruiskulla tai jollakin muulla soveltuvalla menetelmällä, se muodostaa liuottimen haihtuessa tai kemiallisen reaktion kautta kiinteän kalvon.

Märkänä näkyvä merkintä (Tyyppi II)

Merkintä, joka on muotoiltu tai muuten ominaisuuksiltaan sellainen, että se antaa riittä- vän paluueijastavuuden myös märkänä.

Paluueijastavuus R_L

Mittausarvo, joka kuvaa auton valoista kuljettajan silmiin heijastunutta valon määrää (ns. pimeän ajan näkyvyys).

Tiementä

Tiementinnöillä tarkoitetaan maalaamalla tai muilla menetelmillä tien pintaan tehtyjä merkinöjä, joita käytetään joko yksin tai yhdessä liikennemerkkien kanssa liikenteen ohjaamiseen. Tiementinnät jaetaan tien pituussuuntaisiin merkinöihin ja muihin tiementinnöihin.

Täristävä merkinä

Normaalista tasaisesta tiementinnästä poikkeava, merkinämässalla, jysimällä, jyräämällä, erilaisella päällysteellä tai muulla tavalla tehty ääntä ja/tai ääriää synnyttävä merkinä.

1 Johdanto

1.1 Taustaa

Suomessa tiemerkintöjen tavoitteina on parantaa liikenteen turvallisuutta, sujuvuutta ja ajomukavuutta. Tiemerkinnöillä osoitetaan tienkäyttäjille ajoradan ja ajokaistojen sijain- ti sekä autetaan tienkäyttäjää erottamaan tie ympäristöstä. Tiemerkinnät parantavat huomattavasti ajoneuvon kuljettajan näkökentän optista ohjausta. Tiemerkintöjen mer- kitys kasvaa sitä mukaa, mitä huonommaksi sää muuttuu ja mitä pimeämpää on. Pime- ällä ja huonolla säällä on tärkeää, että tiemerkintöjen paluuheijastavuusominaisuudet ovat riittävät. Paluuheijastavat merkinnät auttavat tienkäyttäjää havaitsemaan paremmin tielinjan sekä erottamaan kaistat toisistaan. Suomessa tiemerkintöihin käytetään vuodes- sa rahaa noin 25 Me ja niitä levitetään teille noin viisi miljoonaa neliötä (m²) vuodessa. (Tiehallinto 2006a, PANK 2010.)

Tiemerkinnöiltä vaaditaan erilaisia toiminnallisia ja teknisiä ominaisuuksia koko elin- kaarensa ajan. Näihin vaatimuksiin päästään valitsemalla oikea merkintämateriaalityyp- pi kuhunkin käyttötarkoitukseen. Tiehallinnon 2006 julkaisemassa Tiemerkintöjen toi- mintalinjat -asiakirjassa on esitetty nämä vaatimukset. Tiemerkintöjen toiminnallisiin vaatimuksiin kuuluvat hyvä näkyvyys sekä pimeällä että päivänvalossa, riittävä kitka ja vaatimusten voimassaolo vuoden eri aikoina. Tien liikenteellinen merkitys määrittää tiemerkintöjen käytönaikaisen laadun ja yhtenäisyyden. Pääteillä ja taajamissa laatu ja yhtenäisyys ovat tärkeämpiä kuin muilla teillä. (Tiehallinto 2006a.)

Tiemerkintöjen tekoa Suomessa ohjaa Liikennevirasto. Se julkaisee tasaisin aikavälein päivitettyjä versioita tiemerkintöjen suunnittelu- ja toteuttamisvaiheen ohjauksesta ja niitä tulee noudattaa tiemerkintöjä tehtäessä. Ohjeistuksessa määritetään merkintä- ja mitoitusperiaatteet tiemerkintöjen tekoa varten eli minkälaisia merkintöjä tulee käyttää milläkin tietyypillä. Ohjeistuksen mukaan tiemerkintöjen tulisi olla selkeästi havaitta- via. Hyvä havaittavuus saavutetaan valoisaan aikaan värien avulla. Jotta merkinnät nä- kyisivät myös pimeällä, tulee niissä olla valoa heijastavia ominaisuuksia. Heijastavuus saavutetaan käyttämällä tiemerkintämassoissa lasihelmiä. Pimeää ja huonoa keliä varten on myös kehitetty profiloituja merkintöjä, jotka antavat kuljettajalle erilaista melupa- lautetta tilanteessa, jossa ajoneuvo on ajautumassa pois ajolinjaltaan. Profiloitujen mer- kintöjen herätevaikutus perustuu tärinään ja muuttuvaan rengasääneen. (Liikennevirasto 2011.)

Suistumis- ja kohtaamisonnettomuudet ovat aina olleet ongelma Suomen liikenteessä (Tiehallinto 2003). Näitä onnettomuuksia pystytään vähentämään yllä mainituilla tie- merkinnöillä. Jyrsintöihin tehtyjä sekä eri profiileilla toteutettuja merkintöjä on kokeiltu viime vuosina eri puolilla Suomea, ja kokeiluja on tarkoitus jatkaa tulevaisuudessakin. Profiilimerkinnöillä pyritään saavuttamaan paremmat märkänäkyvyysominaisuudet kuin

normaaleilla tiemerkinnoilla. Uudet tiemerkinnot tehdään pääteillä aina viimeistään kaksi viikkoa tien päällystämisen jälkeen, kun taas ohituskaistojen ja ryhmityskaistoin varustettujen liittymien tiemerkinnot pyritään tekemään mahdollisimman nopeasti päällystämisen jälkeen. Alempiluokkaisilla teillä viive voi olla pidempi. (Tiehallinto 2006a.)

Paluuheijastavuudella tarkoitetaan mittausarvoa, joka kuvaa auton valoista kuljettajan silmiin heijastunutta valon määrää. Uusilta tiemerkinnoilta vaaditaan nykyään paluuheijastavuusarvo kuivana. Se määritellään Tiemerkinntöjen laatuvaatimukset -julkaisussa sekä urakka-asiakirjoissa. Paluuheijastavuusarvon tulee olla vastalevitetyllä valkoisella viivalla 150 (mcd/m²/lx) ja vanhalla valkoisella viivalla 100 (mcd/m²/lx). Joissakin tapauksissa voidaan myös vaatia paluuheijastavuutta kostean ja märän pinnan merkinnöiltä tai talviajalta. Suomessa märkäpaluuheijastavuus ei ole kuitenkaan vielä määräävä tekijä tiemerkinntöjen laatuvaatimuksissa. (Tiehallinto 2007b.)

Tässä työssä pyritään selvittämään, miten paluuheijastavuus käyttäytyy vuoden eri aikoina ennalta valituissa kohteissa. Nykyään paluuheijastavuusmittaukset tehdään keväällä tai alkukesällä. Paluuheijastavuusmittauksia olisi hyvä tehdä myös syksyllä tai alkutalvella, jolloin paluuheijastavuuden tarve on suurin, johtuen valoisien ajan pituudesta. Lisäksi sääolot ovat erilaiset kuin keväällä tai kesällä mitattaessa.

1.2 Työn suoritus ja tavoitteet

Työn tavoitteena oli tutkia tiemerkinntöjen paluuheijastavuutta pistekohtaisilla mittauksilla vuoden eri aikoina. Pistekohtaiset mittaukset tarkoittavat, että mittaukset tehdään käsimittarilla yksittäisistä pisteistä. Mittaukset tehtiin vuoden ajan kerran viikossa kahdella eri tieosuudella. Tarkoituksena oli tutkia kuinka vuodenaika, sää, merkinnän materiaali, merkinnän ikä ja kulumisen vaikuttavat paluuheijastavuuteen. Tarkoitus oli siis selvittää milloin merkintöjen paluuheijastavuusarvot ylittävät vaatimusrajan ja milloin eivät. Tarkoitus oli pyrkiä selittämään syitä paluuheijastavuusarvojen muutoksiin. Lisäksi oli tarkoitus pohtia, ovatko nykyiset paluuheijastavuuksien mittauskäytännöt ja paluuheijastavuuksien raja-arvot tarkoituksenmukaisia ja kuinka niitä mahdollisesti tulisi uudistaa.

Tämän työn pistekohtaiset paluuheijastavuusmittaukset aloitettiin viikolla 41 vuonna 2011 ja ne päättyivät viikolla 42 vuonna 2012. Mittauspisteitä valittiin aluksi yhteensä 46. Alkuperäisistä pisteistä 34 sijaitsee KT51:llä Kirkkonummen, Siuntion ja Inoon alueella. KT51:llä tiemerkinntämateriaali on pääosin spraymassaa. Loput 12 pistettä sijaitsevat MT1521:llä Sipoossa, jossa tiemerkinntämateriaalina on valumassa. Työssä oli tarkoituksena vertailla näiden kahden kohteen lisäksi kolmatta kohdetta KT51:ltä, jossa otettiin seurantaan 12 uutta pistettä viikosta 30/2012 lähtien jatkuen viikolle 41 asti.

Kolmannessa kohteessa olevat pisteet ovat kesällä 2012 tehdyllä tiemerkinnällä, ja tiemerkintämateriaalina on spraymassa.

Kaikki pisteet sijaitsevat tien reunaviivalla ja ovat sileäpintaisia visuaalisia merkintöjä. Tiemerkintöjä on kahdenlaisia: visuaalisia tiemerkintöjä sekä palautetta antavia tiemerkintöjä. Visuaalisia merkintöjä ovat esimerkiksi maalimerkinnät ja massamerkinnät. Palautetta antavia merkintöjä ovat taas jyrskityt, painetut ja profiloituneet merkinnät. Tässä työssä mittaaminen keskitettiin pääasiassa visuaalisiin merkintöihin. Lisäksi oli tarkoitus mitata muutamaan kertaan eri kohteista kahta erilaista profiloitua merkintää (Drop-on-line ja Kamflex) määrällä kelillä ja selvittää, käyttäytyvätkö ne odotetunlaisesti.

Jokaisen viikon mittauspäivä valittiin sattumanvaraisesti, jotta saataisiin realistinen kuva vallitsevista oloista kohteessa kunakin viikkona. Merkintöjä ei myöskään puhdistettu tai harjattu ennen mittauksia, vaikka ne olisivatkin olleet lumen tai lian peitossa. Mittaustulosten lisäksi raportoituihin sääolot ja kosteus sekä silmämääräisesti että kosteusmittarilla. Saaduista tuloksista laadittiin analyysi käyttämällä hyväksi tilastollisia menetelmiä.

Tehtävänä oli siis seurata kunkin kohteen paluuheijastavuusarvojen kehitystä vuoden ajan ja selvittää paluuheijastavuuteen vaikuttavia tekijöitä. Tämän lisäksi kohteita vertailtiin keskenään ja katsottiin, onko kohteiden kehityksillä eroja. Mahdollisten erojen syyt pyrittiin selvittämään.

1.3 Työn rakenne

Työ koostuu kirjallisuustutkimuksesta, maastomittauksista, mittaustulosten analysoinnista ja päätelmistä. Kirjallisuustutkimuksessa selvitettiin tiemerkintöjen tekemisen, mittaamisen, eliniän ja koostumuksen periaatteita. Lisäksi kirjallisuustutkimuksessa selvitettiin paluuheijastavuuden teoriaa ja käytiin läpi aiemmin tehtyjä paluuheijastavuusmittauksia. Tässä osassa esitetään myös käytäntöjä ja tuloksia valtakunnallisista paluuheijastavuusmittareiden vertailumittauksista. Maastomittausosiossa esitetään mittaustuloksista saadut tulokset, joita analysoidaan mittaustulosten analysointiosiossa. Lopuksi esitetään päätelmät mittauksista ja tuloksista sekä esitetään mahdollisia parannusehdotuksia nykyisiin ongelmakohtiin. Suurin osa mittaustiedoista on työn lopussa liitteinä.

2 Kirjallisuustutkimus

2.1 Tiemerkinnät

2.1.1 Tiemerkintäperiaatteet

Tiemerkintämateriaalista on määrätty, että se ei saa olla liukasta materiaalia eikä se saa ulottua yli 6 mm tien pinnan yläpuolelle. Tiemerkintöjen päätarkoitus on parantaa liikenneturvallisuutta, sujuvuutta ja ajomukavuutta. Kunkin tien merkitys ja liikennemäärä määrittävät merkinnän, jota tiellä käytetään. Liikennemerkkit ja tiemerkinnät eivät saa koskaan olla ristiriidassa keskenään. Tiemerkintöjä on sekä pysyviä että tilapäisiä, mutta niissä käytetään aina samoja värejä. Tiemerkintöjen tulee olla aina siinä kunnossa, ettei niitä voida sekoittaa toisiin tiemerkintöihin, eivätkä ne saa aiheuttaa vaaraa tienkäyttäjille. (Liikennevirasto 2011.)

Tiemerkintöjen kunnostuksessa tulee ottaa huomioon erityisesti liikenneturvallisuus. Kunnostus pyritään ajoittamaan niin, että turvallisuus on otettu huomioon. Sulkualueet ja keskitien merkinnät ovat erityisen tärkeitä kesämatkailukaudella. Syksyllä erityisen tärkeitä on hahmottaa ajokaista vaikeissakin oloissa. Reunaviivan pitää näkyä hyvin. (Tiehallinto 2006a.)

Tiemerkintöjen havaittavuutta varten on kehitetty erityiskohteisiin esimerkiksi ääntä tai tärinää aiheuttavaa jysintää, profiloitua merkintää ja tiemerkintänastoja. Näiden merkintöjen tulee kuitenkin näyttää tienkäyttäjän silmään samalta kuin tavallinen tiemerkintä. Uusille päällysteille tehtävät tiemerkinnät tulee tehdä niin pian tien päällystämisen jälkeen kuin se vain on mahdollista. (Liikennevirasto 2011.)

2.1.2 Tiemerkintöjen mitoitus ja käyttö

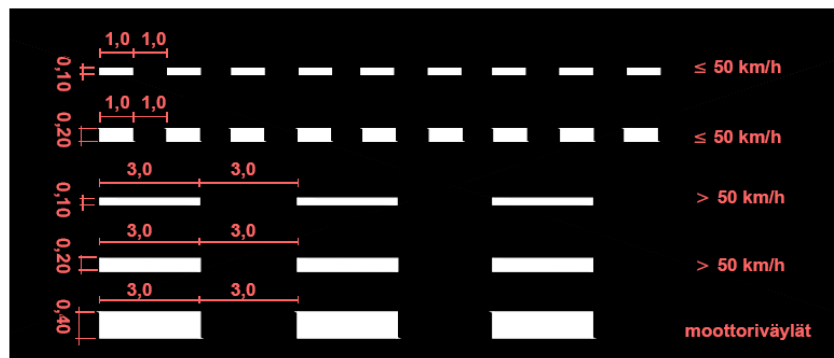
Tässä työssä kaikki mitattavat pisteet sijaitsivat reunaviivalla, reunaviivan jatkeella tai linja-autopysäkin kohdalla olevalla reunaviivan jatkeella. Ajoradan reunaviivan ja reunaviivan jatkeen mitoituksesta määritetään ohjeet Liikenneviraston ohjeistuksessa. Ohjeistuksessa määritetään, että reunaviiva on yhtenäinen valkoinen viiva, jonka on tarkoitus osoittaa ajoradan reuna. Liittymien ja ajoradasta erotettujen pysäkkien kohdalla käytetään reunaviivan jatketta, joka merkitään valkoisella katkoviivalla. Reunaviivan havaittavuuden parantamiseksi voidaan käyttää tärinää tai ääntä aiheuttavia rakenteita. Normaaleilla ajoradoilla reunaviivan leveys on 10 cm. Moottori- ja moottoriliikenneteillä reunaviivan leveys on 20 cm. Poikkeustapauksissa voidaan myös käyttää leveämpää

reunaviivaa. Reunaviivan jatkeen leveys määräytyy yleensä aina reunaviivan leveyden mukaan lukuun ottamatta moottori- ja moottoriliikenneteitä sekä toisinaan muitakin teitä, joissa voidaan tarvittaessa käyttää kaksinkertaista viivaleveyttä. Kuvassa 1 on esitetty reunaviivojen ja niiden jatkeiden mitat. (Liikennevirasto 2011.)

Reunaviiva

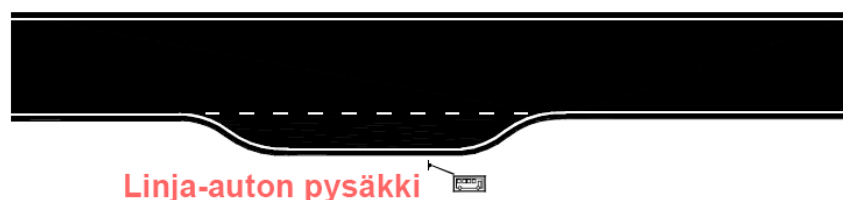


Reunaviivan jatke



Kuva 1. Reunaviivan ja reunaviivan jatkeen mitat (Liikennevirasto 2011).

Linja-autopysäkki voidaan merkitä tiehen kolmella eri tavalla. Ensimmäinen tapa on käyttää reunaviivan jatketta ja reunaviivan muodostamaa taskua, jotka on merkittävä aina maantiellä. Reunaviivan tulee jatkua yhtenäisenä, jos pysäkkialueen reunalla on tontti- tai muu väistämisvelvollinen liittymä. Toinen tapa merkitä linja-autopysäkki on maalata keltainen merkintä reunakiveen. Tämä merkintä osoittaa myös pysäkkiin liittyvän pysäyttämisrajoituksen ja parantaa pysäkin havaittavuutta ja sen pituuden arviointia. Kolmas tapa merkitä pysäkki on maalata tiehen BUS-merkintä. Alla olevassa kuvassa 2 on esitetty ensimmäinen merkitsemistapa, joka on käytössä myös tämän työn mitauskohteissa. (Liikennevirasto 2011.)



Kuva 2. Linja-autopysäkki "tasku"-merkinnällä (Liikennevirasto 2011).

2.1.3 Tiemerkintämateriaalien valintaperuste

Tiemerkintämateriaalit valitaan nykyään Suomessa ja muissa Pohjoismaissa ympäristöystävällisin perustein. Tiemerkintämateriaalit ovat joko merkintämassoja tai maaleja. Pohjoismaissa maaleja käytetään vuosittain noin 1,2 miljoonaa litraa ja termoplastisia massoja noin 7,5 miljoonaa kiloa. Muualla Euroopassa, etenkin Etelä-Euroopassa, käytetään edelleen paljon liuotin- ja komponenttimaaleja, joista Pohjoismaissa luovuttiin jo 1990-luvulla. Merkintämassat on esitelty tässä työssä tarkemmin kohdassa 2.2.1 ja merkintämaalit kohdassa 2.2.2. (Nordström 2009.)

Talvihoito, liikenteen kulutus ja merkintöjen näkyvyystarve määrittelevät tiemerkinnän materiaalivalinnan. Maalia käytetään tiemerkintöihin teillä, joissa liikennemäärät ja liikenteen kulutus eivät ole suuria. Teillä, jotka pidetään sulina, käytetään tiemerkintämateriaaleina kestävämpiä materiaaleja kuin maalimerkinnät. Myös pienmerkinnöissä, jotka sijaitsevat kaistoilla ja joiden kuluminen on suurta, suositellaan käytettävän merkintämateriaalina samaa tai kestävämpää materiaalia kuin saman tien keskiviivamerkinnöissä ja yleensäkin kestävämpiä materiaaleja kuin maalit. Tiemerkintänaastat ovat nykyään käytössä erittäin vaativissa kohteissa, kuten tilapäisten kiertoteiden merkitsemisessä. (Tiehallinto 2006a.)

Tiemerkintämateriaaleja valittaessa tulee ottaa huomioon merkintöjen elinkaari, vuosittainen kustannus ja tasalaatuisuuden varmistaminen. Merkintämateriaalit jaetaan tyyppin ja lajin mukaan. Kukin näistä sisältää useita vaihtoehtoisia teknisiä ja taloudellisia ratkaisuja. Tämän lisäksi on otettava huomioon tiemerkintämateriaalien jatkuva kehittyminen ja uusien menetelmien käyttäminen. Merkintämateriaaleja valittaessa on esitetty tavoitteeksi, että haihtuvia hiilivetyjä sisältäviä aineita ei enää käytettäisi. Poikkeuksena on määritetty, että aikaisin keväällä sekä myöhään syksyllä tai muuten poikkeuksellisissa oloissa, on mahdollista sallia liuotinmaalien käyttö. Poikkeukset on kuitenkin aina eriteltävä hankinta-asiakirjoissa. (Tiehallinto 2006a.)

Kestävää merkintämateriaalia pyritään käyttämään kohdissa, jotka vaativat hyvää kulu-
tuskestävyyttä. Tällaisia kohteita ovat mm. sisäkaarteiden reunaviivat oikaisukohdissa, suojatiet, nuolikuviot, keskiviivan merkinnät ja rampit. Tiemerkintätöitä suunniteltaessa pyritään aina ottamaan huomioon tien seuraava päällystämisaikakohta, jotta voidaan valita sellainen tiemerkintämateriaali, joka kestää seuraavaan päällystämiseen asti. (Tiehallinto 2006a.)

2.1.4 Tiemerkintöjen kuntoarviointi

Tiemerkintöjen kuntoarvioinnin tavoitteena on luoda tienkäyttäjille turvallinen ja sujuva liikenneympäristö. Tiemerkintöjen tärkeimmät ominaisuudet ovat:

- Paluuheijastavuus (näkyvyys pimeällä)
- Luminanssi (näkyvyys päivällä)
- Väri
- Kitka
- Kulumattomuus
- Merkinnän mitat ja sijainti

Näistä ominaisuuksista paluuheijastavuus, luminanssi, väri ja kitka ovat mitattavia suureita, joita ei voida arvioida silmämääräisesti. (Tiehallinto 2004b.)

Tiemerkintöjen kuntoa arvioidaan sekä silmämääräisesti että koneellisesti. Tiemerkintöjen silmämääräinen arviointi kohdistuu seuraaviin asioihin:

- Kulumattomuus eli kuinka paljon merkinnän pinta-alaa on jäljellä
- Väri sekä valkoisuus ja puhtaus eli tahriintumattomuus

Tiemerkinnän kuluneisuus ilmoitetaan peittoprosentteina (%). Peittoprosentti tarkoittaa jäljellä olevan merkinnän pinta-alaa suhteessa alkuperäisen merkinnän pinta-alaan. Merkinnän kuluneisuus voi olla kaventunutta, katkonaista, murentunutta tai harsomaiseksi ohentunutta. Tiemerkintöjen kunto arvioidaan aina valoisaan aikaan. Tiellä ei saa olla arviointihetkellä sadetta tai voimakasta vastavaloa, joka saattaisi vääristää tuloksia. Silmämääräinen kuntoarviointi tehdään aina liikkuvasta ajoneuvosta 1 kilometrin välein. Reunaviiva, keskiviiva sekä muut merkinnät ja tärkeimmät liittymät arvioidaan erikseen. Kuntoarvoluokat jaetaan asteikolla 1-5 (huono-välttävä-tydyttävä-hyvä-erittäin hyvä). Tieluokan mukaan hyväksytään joko 3 tai 4. Kullekin tieosuudelle määrätty kuntoarvo edellä mainituilla kriteereillä heikoimman arvon mukaan. Tiehallinnon Tiemerkintöjen kuntoluokituksessa on havainnollistettu kuvien ja sanallisen kuvauksen avulla kukin kuntoarvoluokka. (Tiehallinto 2004b.)

Suomessa tiemerkintöjen kuntoarviointi perustuu Liikenneviraston asettamiin laatuvaatimuksiin ja urakkakohtaisissa sopimusasiakirjoissa määrättyihin arviointi- ja mittausmenetelmiin sekä niissä vaadittuihin tuloksiin. Tiemerkintöjen uusimistarve määräytyy tiemerkintöjen paluuheijastavuuden ja kuntoarvon perusteella. Paluuheijastavuusmittaukset ja kuntoarvon määritykset tehdään joko jatkuvina tai pistekohtaisina mittauksina. Jatkuvissa mittauksissa määritetään paluuheijastavuusarvo ja kuntoarvo 100 metrin jaksoille. Pistekohtaisissa mittauksissa määritetään arvo, joka kuvaa sopimusasiakirjoissa

määriteltäjä jaksoa, joka on yleensä 5 km. Tiet ja tiemerkinntät jaetaan kolmeen kategori-
aan (Taulukko 1) vaativuustason ja uudelleenmerkinnän kiireellisyyden mukaan. (Pasa-
nen 2012.)

Taulukko 1. Teiden jaottelu (Tiehallinto 2007).

Kategoria	Kuvaus	KVL	Muuta
A	Liikenteellisesti tärkeät tiet	yli 3000	Ei taajamateitä
B	Keskivilkkaat tiet	500 - 3000	Kaikki taajamatiet, suojatiet, sulku- alueet, pysäytysviivat, nuolet ym.
C	Muut tiet	alle 500	pienmerkinnät Kaikki yhdystiet

Suomessa eri ELY-keskukset määrittävät kuntoarviointien ajankohdat ja ELY-
keskusten välillä on ajankohdan suhteen eroja. Taulukossa 2 on esitetty Tiehallinnon
määäämät kuntoarvovaatimukset eri tiekategorioille.

Taulukko 2. Kuntoarvovaatimukset (Tiehallinto 2007).

Kategoria	Taso talven jälkeen *	Taso syksyllä **
A	Kuntoarvo 3	Kuntoarvo 4
B	Kuntoarvo 3	Kuntoarvo 4
C	Ei kuntoarvon määrittelyä	Kuntoarvo 3

* ennen korjaavia toimenpiteitä

** kunnostuksen takaraja ja kuntoarvojen aikarajat määritellään urakka-asiakirjoissa

2.2 Tiemerkinntätyypit

Yleisimmin käytettyjä tiemerkinntämateriaaleja ovat maalit ja massat. Massamerkinntät
jaetaan spraymassamerkinntöihin ja valumassamerkinntöihin. Esimuotoiltuja merkinntöjä
käytetään yleensä pienmerkintöjen teossa sekä korjaamisessa. Teippejä käytetään vain
tilapäismerkinnöissä. Taulukossa 3 on esitetty Suomessa käytetyt tiemerkinntät. Merkin-
ntöjen paksuudet määääntyvät merkinntämassatyypin mukaan. Maalimerkinntän paksuus
on n. 0,35 mm, spraymassamerkinntän 1...2 mm, valumassamerkinntän 2...4 mm ja upo-
tetun merkinntän 7...12 mm (Tie ja liikenne 2011).

Taulukko 3. Käytetyt tiemerkinnät (Reihe 2011).

Tiemerkinnät				
Palautetta antavat merkinnät			Visuaaliset merkinnät	
Jyrsityt	Painetut	Profiloidut		Sileät
<i>Tasaväli</i>	<i>Jyrä</i>	<i>Kamflex</i>	<i>Longflex</i>	<i>Maali</i>
<i>Siniaalto</i>	<i>Levitin</i>	<i>Drop-On Line</i>	<i>Humflex</i>	<i>Massa</i>

Merkintöjen kulumiseen vaikuttaa etenkin piennarleveys, koska kapeilla pientareilla varustetuilla teillä ajolinjat pysyvät paremmin linjatunlaisina myös talvella. Leveäpien-tareisilla teillä ajolinjat muuttuvat helposti talvella, jolloin merkinnät saattavat olla pii-lossa, ja näin ajolinjat saattavat leikata merkintöjen päältä. Uusien merkintöjen paksuus päätteillä on yleensä 3...4 mm ja ne tehdään massamerkinnöillä. Katumerkinnöissä käy-tetään uusissa kohteissa massamerkintöjä ja niiden paksuus on 3 millimetriä. Joissakin kohteissa pääkaupunkiseudulla käytetään upotusmerkintöjä, joiden paksuus on 7...12 millimetriä. Upotusmerkintä tehdään jyrsintään, joka on 2 mm syvempi kuin itse mer-kintä. (Vainio 2011.)

Ville Reihe haastatteli 2011 valmistuneessa diplomityössään Tielinja Oy:n urakointijoh-taja Jarmo Vainiota, jonka mukaan tiemerkintöjen teko pyritään ajoittamaan kesälle, jolloin keli on kuiva. Merkintöjen ominaisuudet heikentyvät, jos merkinnät tehdään mä-rällä tai kylmällä säällä. Märällä kelillä merkinnät eivät tartu kunnolla päällysteeseen ja niiden elinikä lyhenee huomattavasti. Aikaisemmin merkintöjä ei tehty alle 5 °C lämpö-tilassa, mutta nykyään on todettu kuivan pakkaskelin olevan parempi ajankohta tehdä merkintöjä kuin muutaman lämpöasteen märkä keli. Anders Nordströmin mukaan (Henk.koht. kontakti 31.8.2012) merkinnän tarttuvuuteen päällysteeseen vaikuttaa myös tien puhtaus ja päällysteen materiaali. Urakoitsijat pyrkivät lopettamaan merkintöjen tekemisen lokakuun puoleen väliin mennessä, koska tämän jälkeen sääolot ovat epäva-kaita. Keväällä merkintätöiden aloittamista heti lumien sulamisen jälkeen rajoittaa kos-teuden lisäksi tiepöly. (Reihe 2011.)

Valumassaa käytetään tiemerkintämateriaalina uusilla päällysteillä sekä vilkkaasti lii-kennöityjen kohteiden ylläpidossa. ELY-keskusten ylläpitosopimuksissa määrätään, että päätteillä yleisin pituussuuntaisten merkintöjen korjaamiseen käytetty merkintämateriaa-li on spraymassa. Spraymassalla pyritään saaman merkinnän paluuehjästävyys takaisin yli vaadittavan raja-arvon. Spraymassalla voidaan myös tehdä alempiluookkaisten teiden kunnossapitoa, jos aiempi merkintämateriaalikin on ollut massaa. Vanhan maalimerkin-nän kunnossapitoon ei voi käyttää massamerkintää, jos maalimerkintää on vielä jäljellä, koska massamerkintä ei tartu maaliin. Käsityönä tehtävät merkinnät korjataan aina mas-salla, koska ne ovat alun perinkin olleet useimmiten massamerkintöjä. Taajama-alueilla suurin osa merkintöjen ylläpidosta hoidetaan 3 mm paksuilla massamerkinnöillä. Vain alle 10 % kaupungeissa tehdystä merkintöjen kunnossapidosta tehdään maalimerkin-

nöillä. Kuitenkin kaupunkien välillä on tässäkin suhteessa paljon eroja. Suurin syy massamerkintöjen käyttöön kaupungissa on nastarenkaiden käyttö, koska maalimerkinnot eivät kestä nastarengaskulutusta. (Vainio 2011.)

Ville Reihe haastatteli 2011 valmistuneessa diplomityössään Tielinja Oy:n urakointijohtaja Jarmo Vainiota ja Vainion mukaan massoihin ja maaleihin lisätään lasihelmiä ja kitkaa parantavia aineita. Lasihelmet lisäävät merkintöjen paluuheijastavuutta ja kitkaa parantavia aineita käytetään mm. suojateillä. Lasihelmiä käytetään maaleissa vain pintahelminä, kun taas massoissa käytetään pintahelmien lisäksi Premix-helmiä tiemerkin-tämassassa. Premix-helmet lisätään massa-aineiden sekoitusvaiheessa. Nykyään Ruotsissa on käytössä myös pintahelmiä, jotka lisäävät märkäpaluuheijastavuutta. Niiden kestoikä on kuitenkin vain noin vuosi. (Reihe 2011.)

2.2.1 Massamerkinnot

Massamerkintöjä käytetään nykyään Suomessa pääteillä, vilkkaasti liikennöidyillä teillä sekä kaduilla. Massamerkinnot jaetaan spraymassoihin (kuva 3) ja valumassoihin (kuva 4). Spraymassat ovat samaa materiaalia kuin valumassat, mutta ne levitetään eri tekniikalla ja ne ovat valmiina ohuempia. Tien pituussuuntaiset massamerkinnot tehdään aina koneellisesti joko spray- tai levitystekniikalla. Levitystekniikalla tehdyt tiemerkinnot ovat valettuja massamerkintöjä ja niiden pinta on sileä, kun taas spraytekniikalla tehdyt massamerkinnot ovat joko sileä- tai karkeapintaisia. Käsintehtyjä merkintöjä käytetään vain erityiskohteisiin, kuten suojateille, ajokaistanuoliin, pysäytysviivoille, pysäköinti-viivoille, erilaisiin symboleihin ja teksteihin. Valmiin spraymassamerkinnot paksuus on 1...2 mm ja valumassamerkinnot 3...4 mm. (Reihe 2011.)



Kuva 3. Spraymassamerkintää KT51:llä.



Kuva 4. Valumassamerkintää MT1521:llä.

Cleanosol Oy:n toimitusjohtaja Anders Nordströmiä haastateltiin 31.8.2012 ja hänen mukaansa valumassa ja spraymassa ovat periaatteessa samaa materiaalia, mutta spraymassa on juoksevampaa ja siksi sitä pystytään levittämään tielle ohuempana kerroksena kuin valua. Spraymassa ja valumassa ovat lähes samanhintaisia. Massamerkinnän hinnan kannalta määräävimmit tekijät ovat titaanioksidi (väriaine) ja hartsit.

Termoplastisten massojen koostumukseen vaikuttavat käyttötilanne ja -tarkoitus. Esimerkiksi Suomessa koostumukseen vaikuttavat talvi, nastarenkaat ja urakoiden laatuvaatimukset. Massat koostuvat sideaineesta, joka on yleensä hartsia, sekä täyttöaineesta, joka on hienoa hiekkaa. Merkinnän väri saadaan aikaan erilaisten pigmenttien avulla. Termoplastiset massat voivat koostua jopa 15:sta eri aineesta. Termoplastiset massat ovat aluksi kiinteässä, rakeisessa tai jauhemaisessa muodossa, minkä jälkeen ne kuumennetaan ja sekoitetaan juokseviksi kattiloissa noin 200 °C:ssa ennen levittämistä. On erityisen tärkeää, että massa ei ylikuumennu, jotteivät sen ominaisuudet muutu. (Nordström 2009.)

Massamerkinnät voidaan jakaa myös kuuma- ja kylmämassoihin. Kuumamassat ovat selvästi yleisemmin käytössä kuin kylmämassat. Kuumamassa ei sisällä lainkaan liuotteita ja sitä on kiinteässä, rakeisessa tai jauhemaisessa muodossa. Kuumamassa koostuu sideaineesta (15...35%), lasihelmistä (20...45%), titaanioksidoista (8...12%) sekä täyte- ja lisäaineista. Kuumamassa levitetään tiepäällysten päälle koneellisesti tai ruiskuttamalla. Ruiskutustekniikkaa käytetään spraymassan levityksessä. Kuumamassa voidaan levittää myös käsityönä kauhalla tai lastalla. Käytetyn kuumamassan kulutus ilmoitetaan yleensä käytetyn massan kokonaismäärällä jaettuna tehtyihin neliöihin (kg/m^2). Kylmämassa on joko yksi- tai monikomponenttisessä muodossa, kun se toimitetaan merkintätyömaalle. Kylmämassa sekoitetaan myös ennen levitystä ja levitys tapahtuu levittimellä. (Nousiainen 2008.)

2.2.2 Maalimerkinnät

Nykyään yleisillä teillä tiemerkinnoissa käytettävät maalit eivät ole enää liuotinpohjaisia, vaan vesiohenteisia nestemäisiä tuotteita. Liuotinpohjaisten maalien käyttö on rajoitettua ja niitä saa käyttää vain poikkeustapauksissa. Valmiin maalimerkinnän paksuus on yleensä noin 0,35 mm. (PANK 2010.)

Vesiohenteiset maalit eivät ole enää nykyään tarttuvuutensa tai kuivumisajan suhteen huonompia kuin liuotinohenteiset maalit. Vesiohenteisissa maaleissa sideaineena käytetään kloorattuja hiilivetyjä, kuten alkydejä, kloorikautsuja ja akryyleja. (Anttila 1994.)

Maalimerkintä voi olla kylmämassan tavoin joko yksi- tai monikomponenttituote. Merkintämaali levitetään joko siveltimellä, telalla, ruiskuttamalla tai jollain muulla käyttötarkoitukseen soveltuvalla menetelmällä. Käytetyn maalin kulutus ilmoitetaan litroina jaettuna tehdyillä neliöillä (l/m^2). (Nousiainen 2009.)

2.2.3 Palautetta antavat merkinnät

Suomessa iso osa kuolemaan johtaneista liikenneonnettomuuksista on suistumis- ja kohtaamisonnettomuuksia. Esimerkiksi vuonna 2005 kohtaamisonnettomuuksien osuus oli melkein 50 % kaikista pääteillä tapahtuneista kuolemaan johtaneista onnettomuuksista (LVM 2005). Palautetta antavat merkinnät on suunniteltu vähentämään näitä onnettomuuksia. Yhdysvalloissa tehdyn tutkimuksen mukaan pientareille tehdyt palautetta antavat merkinnät vähentävät suistumisia yli 10 % ja tien keskilinjalle tehdyt palautetta antavat merkinnät vähentävät kohtaamisonnettomuuksia yli 30 % (Torbic et al. 2009). Suomessa kohtaamisonnettomuuksien määrän uskotaan vähenevän 10 - 20 % ja ulosajojen 5 % (LVM 2005).

Suomessa palautetta antavien merkintöjen käytön määrää liikennemäärä. Tien keskilinjalle suositellaan palautetta antavia merkintöjä, kun tien liikennemäärä on yli 2000 ajoneuvoa päivässä. Tien reunamerkintöjen teko määräytyy tien luokan mukaan, mutta liikennemäärävaatimus on korkeampi kuin keskiviivalla. Palautetta antavia merkintöjä ei käytetä taajama-alueilla. (Tiehallinto 2007a.)

Palautetta antavat merkinnät jaetaan profiloituihin, jyrättyihin ja jyrätyihin merkintöihin. Profiloituvat massamerkinnät ovat tiemerkinämassalla tehtyjä tienpinnasta koholla olevia reuna- tai keskiviivoja. Ne ovat tavallisia tiemerkinäjä paksumpia ja niiden pinta on profiloitu kuvioimalla tai niiden pinta on epätasainen. Yleisimpiä profiloituja merkintätyyppejä ovat Kamflex, Longflex, Humflex ja Drop-on-line. Jyrätyt tärinäviivat ovat päällysteeseen painettuja kapeita uria, muodoltaan joko puolipyöreitä tai V-muotoisia. Jyrätyt tärinäviivat tehdään uuteen päällysteeseen painamalla urat kuumaan

asfalttiin. Jyrsityt merkinnät ovat leveitä uria ja ne tehdään päällysteeseen erityisellä jyrsimellä. Urat leikataan päällysteen pintaan koneen avulla. Jyrsittyjen merkintöjen käyttö yleistyy koko ajan niistä saatujen hyvien kokemusten johdosta ja siitä syystä, että ne ovat helppoja tehdä vanhaankin päällysteeseen. (Gruzdaitis 2005.)

Anders Nordströmiä haastateltiin 31.8.2012 (Cleanosol Oy:n toimitusjohtaja) ja hänen mukaan Norjassa ja Ruotsissa profiloituja merkintöjä käytetään enemmän, koska etenkin Norjassa yhtenä laatumääräyksenä tiemerkinnoille on märkäpaluuheijastavuus. Norjassa on todettu kolmiulotteisten merkintöjen parantavan paluuheijastavuutta. Tämä perustuu siihen, että merkinnän päältä lasihelmet lähtevät helpommin pois, mutta koh-tisuorassa seinässä lasihelmet pysyvät paremmin ja heijastavat tienkäyttäjän silmään.

2.2.4 Yhdistelmämerkinnät

Suomessa tiemeraintöjen kestävyuden kannalta suurin ongelma nastarengaskulutuksen lisäksi on auraaminen. Tiemeraintöjen auraamisesta aiheutuvaa kulumista pyritään vähentämään sijoittamalla merkintä jyrsintäjälkeen. Normaalin jyrsintäjäljen lisäksi voidaan käyttää siniaallonmuotoista jyrsintää, joka aiheuttaa suurempaa melua ja tärinää. Jyrsintäjäljessä voidaan käyttää myös profiloitua merkintää, joka parantaa melu- ja tärinävaikutusta vieläkin enemmän kuin tavallinen merkintä jyrsinnässä. Jyrsintöihin tehtyjen merkintöjen heijastavuusominaisuudet ovat paremmat kuin normaaleilla merkinnöillä. Norjalaisen tutkimuksen mukaan merkintöjen elinikä sekä kuiva- että märkäpaluuheijastavuusominaisuudet kestävät pidemmän aikaa vaaditunlaisina kuin tavallisilla tiemerkinnoilla. (Reihe 2011.)

Suomessa on tehty kokeilukohteita, joissa on käytössä siniaaltojyrsintää. Jyrsinnöissä on käytetty sileäpintaista merkintää ja profiloituja merkintöjä, kuten Drop-on-linea. Ville Reihe tutki 2011 valmistuneessa diplomityössään yhdistelmämerkintöjen koekohteita. Ensimmäinen kohde sijaitsi valtatie 9:llä Tampereen ja Oriveden välillä, johon tehtiin siniaallonmuotoista jyrsintämerkintää. Toinen kohde sijaitsi Asikkalassa valtatie 24:lla, jossa keskilinjalla ja toisella reunaviivalla oli tehty tasavälijyrsintämerkintää ja toisella reunaviivalla siniaallonmuotoista jyrsintämerkintää. Työssä todettiin, että Drop-on-linen märkäpaluuheijastavuus oli paljon parempi kuin sileän merkinnän. (Reihe 2011.)

2.3 Paluuheijastavuus

2.3.1 Paluuheijastavuuden periaate

Tiemerkintöjen paluuheijastavuudella pyritään parantamaan tiemerkintöjen näkyvyyttä pimeällä. Paluuheijastavuudella tarkoitetaan mittausarvoa, joka kuvaa auton valoista kuljettajan silmiin heijastunutta valon määrää. Tiemerkinnöistä saadaan heijastavia lisäämällä merkintämassoihin lasihelmiä. Paluuheijastavuutta mitataan paluuheijastavuusarvolla R_L , jonka yksikkö on $\text{mcd/m}^2/\text{lx}$. Paluuheijastavuus on tärkeä ominaisuus etenkin pimeinä vuodenaikoina, jolloin tiemerkintöjen näkyvyystarve korostuu. Suomessa tiemerkinnöiltä vaaditaan taulukossa 4 esitettyjä paluuheijastavuusarvoja, jotka määrittävät Tiehallinnon julkaisemassa Tiemerkintöjen laatuvaatimukset -julkaisussa sekä urakka-asiakirjoissa.

Taulukko 4. Urakoissa käytettävät tiemerkintöjen toiminnalliset vaatimukset paluuheijastavuuden ($\text{mcd/m}^2/\text{lx}$) osalta (Tiehallinto 2007b).

Paluuheijastavuus vähintään: Uusien päällystyskohteiden merkintä kuivana (R_{LK}) ja märkänä (R_{LM}). ^(Huom. 1 ja 2)		Paluuheijastavuus vähintään: Ylläpidettävän merkinnän minimivaatimukset kuivana (R_{LK}) ja märkänä (R_{LM}). ^(Huom. 1 ja 2)	
Valkoinen	Keltainen	Valkoinen	Keltainen
150 (R_{LK}) 50 (R_{LM})	100 (R_{LK}) 50 (R_{LM})	100 (R_{LK}) 35 (R_{LM})	80 (R_{LK}) 35 (R_{LM})

Huom. 1.: Märän / Kostean kelin paluuheijastavuusvaatimus koskee niitä merkintöjä, joissa urakkasopimuksen mukaan edellytetään näitä ominaisuuksia.

Huom. 2.: Taulukon 1 paluuheijastavuusarvot (R_L) vastaavat standardin SFS-EN 1436:n mukaista 30 metrin mittausgeometriaa.

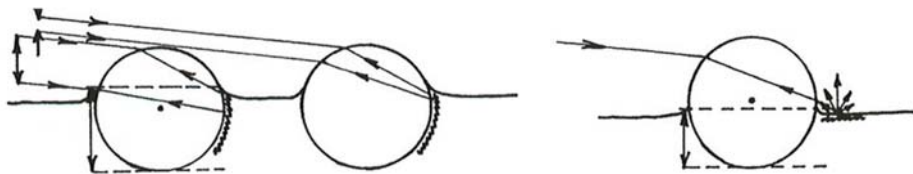
Huom. 3.: Tapauskohtaisesti voidaan määritellä tarkemmin maalien, ohutmassojen sekä massamerkintöjen toiminnalliset vaatimukset.

Paluuheijastavuus perustuu tiemerkinnöissä oleviin lasihelmiin. Lasihelmiä (kuva 5) on käytetty Suomessa jo yli 60 vuotta parantamaan tiemerkintöjen paluuheijastavuuksia. Tiemerkinnän paluuheijastavuusarvo nousee tiettyyn rajaan asti lisäämällä merkintään helmiä. Kun helmiä on liikaa, laskee merkinnän paluuheijastavuus. Suomen standardoimisliiton standardissa määrätään tarkat ominaisuudet ja vaatimukset käytettäville lasihelmille. (Tielaitos 1993.)



Kuva 5. Premix-lasihelmiä (SVMF 2011).

Lasihelmiä lisätään termoplastisiin merkintämassoihin ja merkintämaaleihin 20...45 massaprosenttia. Lasihelmet ovat kierrätyslasia, jota käsittelemällä saadaan tiemerkin-
töihin sopivia lasihelmiä. Lasihelmien koko vaihtelee 100 μm :stä 1500 μm :in. Helmiä lisätään merkintämassaan ja tämän lisäksi merkinnän pinnalle sirotellaan vielä pinta-
helmiä. Massaan lisättävien helmien tulee olla standardin SFS-EN 1424 mukaisia ja pinnalle siroteltavien helmien tulee olla standardin SFS-EN 1423 mukaisia. Paluuheijastavuusarvoon vaikuttaa pintahelmien liimaantuminen merkinnän pintaan. Kuvassa 6 on
esimerkki lasihelmien paluuheijastavuuden kannalta optimaalisesta sijoittumisesta mer-
kintään. Helmistä tulee olla näkyvillä noin 1/3, jotta helmet muodostavat ns. peilikuvan
valon lähteeseen. Jos helmestä on näkyvillä vähemmän tai enemmän kuin 1/3, niin valo
ei heijastu enää takaisin. Nastarengaskulutuksen on havaittu rikkovan pintahelmiä, jol-
loin lasihelmet eivät heijasta valoa. Nastarengaskulutuksella on myös vaikutusta lasi-
helmien koon valintaan. Mitä isompia lasihelmet ovat, sitä helpommin nastarengas rik-
koo lasihelmiä ja tämän seurauksena paluuheijastavuus laskee. Ajoneuvojen kesären-
kaat eivät riko lasihelmiä, vaan kuluttavat merkintää tuoden merkintämassaan upotetut
helmet pintaan. Näin paluuheijastavuusarvot nousevat keväällä ja alkukesällä, kun mer-
kintämassaan upotetut helmet tulevat pintaan. (Nordström 2009.)



Kuva 6. Pintahelmestä tulee jäädä n. 1/3 merkinnän pinnan yläpuolelle (Nordström 2009).

Päällysteen ja merkinnän pinnanmuodot vaikuttavat lasihelmien pysyvyyteen merkin-
nässä. Sileästä tiemerkinästä helmet irtoavat helpommin kuin karheapintaisesta mer-
kinnästä. Karheassa merkinnässä helmet saattavat olla paremmin suojassa kulutukselta,
jos helmet ovat merkinnän painumakohdassa. Talvi vaikuttaa myös enemmän sileään
merkintään kuin karheaan merkintään. Sileästä merkinnästä pintahelmet irtoavat tai rik-

koontuvat helpommin nastarengaskulutuksen sekä aurauksen vuoksi. Karheasta pinnasta saadaan tästä syystä parempia arvoja heti keväällä, jolloin sileän merkinnän ehjät helmet eivät ole tulleet vielä esiin. Märkäpaluuheijastavuuden kannalta karhea pinta on myös parempi, koska vesi ei jää sen pinnalle, vaan valuu pois. (Reihe 2011.)

2.3.2 Paluuheijastavuusmittaukset

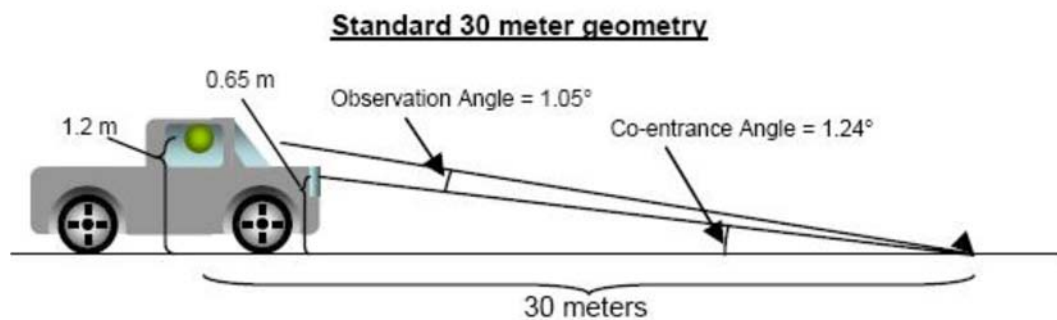
Suomen standardisoimisliiton julkaisemassa standardissa SFS-EN 1435+A1 annetaan ohjeet paluuheijastavuuden mittaamiseen sekä vaatimukset paluuheijastavuusarvoille eri viivakategorioilla. Paluuheijastavuuden mittauslaitteisto koostuu valaisinjärjestelmästä, fotometristä sekä välineistä, joilla mittauksessa määritetään vaakareferenssitaso ja sen keskusta. Laboratoriokokeiden avulla määritetään R_L -arvot näytteille, joita voidaan käyttää mittauslaitteiden tarkistukseen ja kalibroitiin. Kannettavan laitteen kalibrointinäytteiden tulee olla vähintään 40 cm pitkiä, kun taas autoon asennettavien paluuheijastavuuslaitteiden kalibrointinäytteiden tulee olla pidempiä. Kalibrointinäytteiden leveys on usein 20 cm. Näyte tehdään alustalle, joka on jäykkä ja päälle levitettävän tiemerkin tulisi olla tasainen. Merkintä voidaan levittää joko suoraan alustalle tai irrottaa tieltä ja asettaa alustalle. (Suomen standardisoimisliitto SFS 2009.)

Ville Reihe haastatteli 2011 valmistuneessa diplomityössään Rejlers Oy:n konsulttia Antero Arolaa ja Arolan mukaan Suomessa urakoitsijat hoitavat paluuheijastavuusmittaukset. Mittaukset tehdään yleensä keväällä, koska merkintäkausi on Suomessa lyhyt ja urakoitsijat haluavat tehdä mahdolliset korjaukset merkintöihin kuivalla säällä. Jos paluuheijastavuuksia ajatellaan liikenneturvallisuuden ja tilaajan näkökulmasta, olisi paluuheijastavuusmittaukset hyvä ajoittaa syksyille, jolloin paluuheijastavuuden tarve on suurin. Syksyllä tiemerkinnot on myös kaikkialla tehty, joten tilaajan on helpompi varmistua työn laadusta omilla mittauksillaan. (Reihe 2011.)

Paluuheijastavuusmittauksia tehdään jatkuvina sekä pistemäisinä mittauksina. Jatkuvat mittaukset tehdään ajoneuvosta ja niitä käytetään erityisesti tiemerkinnotojen virallisissa kunnonarvioinneissa. Pistemäisiä mittauksia käytetään lähinnä urakoitsijoiden omissa laadunvalvonnoissa. Jatkuvien mittausten suurin etu pistemäisiin mittauksiin nähden on se, että ne tehdään juuri ajoneuvosta käsin, mikä mahdollistaa suuremman määrän mittauksia nopeammalla tahdilla. Suomessa jatkuvia mittauksia suorittavat Ramboll Finland Oy sekä Road Consulting Oy. (Reihe 2011.)

Standardissa SFS-EN 1436+A1 määritetään paluuheijastavuusmittauksille vakiomittausolot. Sen on tarkoitus jäljitellä henkilöauton kuljettajan havaitsemaa tietä 30 metrin matkalla. Sen mukaan kenttä mitataan referenssitasossa fotometrin avulla. Kenttä sijaitsee referenssikeskuksen ympärillä. Valaisinjärjestelmän avulla, joka sijaitsee myös referenssikeskuksen ympärillä, kenttä valaistetaan referenssitasossa. Mittausalueen tulee olla

vähintään 50 cm². Havaintosuunta on vakiomittausoloissa mittausalueelta tulevien säteiden keskisuunta kohti fotometriä. Havaintokulmaa merkitään symbolilla α ja se on havaintosuunnan ja referenssitason välinen kulma. Havaintokulman tulee olla vakiomittausoloissa $2,29^\circ \pm 0,05^\circ$. Valaistuskulmaa merkitään symbolilla ϵ ja sen täytyy olla vakiomittausoloissa $1,24^\circ \pm 0,05^\circ$. Valaistuskulman ja havaintosuunnat sisältävien pysytasojen kulmaeron tulee olla $0,00^\circ \pm 0,05^\circ$. Kuvassa 7 on esitetty 30 metrin mittausgeometria, joka on nykyään käytössä suurimmassa osassa paluuheijastavuusmittareita. Mittauksessa hajontakulma ei saa ylittää $0,33^\circ$:ta eikä valaistuksen hajontakulma saa ylittää $0,33^\circ$ referenssitason suuntaisessa tasossa tai $0,17^\circ$ referenssitasoa vastaan kohtisuorassa tasossa. (Suomen standardisoimisliitto SFS 2009.)



Kuva 7. 30 metrin mittausgeometria (Holzschuher 2005).

Paluuheijastavuusmittaukset tehdään normaalisti kuivissa oloissa, mutta niitä voidaan tehdä myös märissä oloissa. Märkäpaluuheijastavuudelle on määritetty omat raja-arvonsa. Märkäpaluuheijastavuus ei ole kuitenkaan vielä Suomessa määräävä tekijä tiemerkintöjen laatua arvioitaessa. Standardissa määrätty märkäpaluuheijastavuuden mittausolot saadaan aikaan kuivalla säällä kaatamalla vettä 0,3 metrin korkeudelta mitattavalle pinnalle. Vettä kaadetaan vähintään kolme litraa tasaisesti mitattavan kohdan päälle niin, että mitattava kohde peittyy vesikalvon alle hetkellisesti. Paluuheijastavuus mitataan kastelusta kohdasta 60 ± 5 sekuntia myöhemmin. Menetelmä ei sovellu juuri levitetylle massalle tai kuumalle päällysteelle. Tuoreen massan pinnalle muodostuu vesiläikkiä, koska pinta on vettä hylkivä. Kuuma päällyste taas tulee jäädyttää ennen kastelua. (Suomen standardisoimisliitto SFS 2009.)

2.3.3 Mittauslaitteet

Kannettavat käsimittarit (kuva 8) on suunniteltu tien päällä tehtäviin pistekohtaisiin paluuheijastavuusmittauksiin. Niitä voidaan myös käyttää laboratoriossa tehtäviin mittauksiin. Kannettavassa laitteessa on yhdistettynä fotometri ja valaisinjärjestelmä. Mittarijalusta, joka mittaa paluuheijastavuuden laitteen alta, määrittää referenssitason ja sen keskustan. Käsimittarit on nykyään suunniteltu 30 metrin mittausgeometrialle, jonka on tarkoitus jäljitellä henkilöauton kuljettajan kokemaa näkemää ajaessaan tiellä. Kuvassa

7 esitetään tämä periaate. Kaikki käsimittarit eivät sovellu profiloitujen tiemerkintöjen mittaukseen, joten ennen profiloitujen merkintöjen mittausta, tulee varmistua siitä, että laitteella voi myös mitata profiloitujen merkintöjen paluuheijastavuuksia. Paluuheijastavuusarvo tieosalle määritetään usean mittauksen keskiarvoista eri kohdista merkintää liikuttamalla laitetta tiemerkinnän suuntaisesti. (Suomen standardisoimisliitto SFS 2009.)



Kuva 8. Kannettavia paluuheijastavuusmittareita.

Suomessa käytettävien paluuheijastavuusmittareiden tulee olla hyväksyttyjä sekä vastata mittausgeometrialtaan SFS-EN 1436 - standardia. Jos mittarimalli on joko uusi tai vanha, täytyy sen riippuvuus toisiin laitteisiin olla tunnettu. Mittarit tulee kalibroida ennen käyttöä niin, että niiden lukemat ovat luotettavia. (Tiehallinto 2007b.)

Nykyään markkinoilla olevat käsimittarit, jotka omaavat standardeissa määrätyn optiikan ja kalibroinnin, ovat saavuttaneet käyttäjiensä luottamuksen tuottaen oikeita paluuheijastavuusarvoja. Käsimittareita käytetty yli 30 vuotta. Ensimmäinen käsimittari LTL-800 kehitettiin jo vuonna 1982. Ensimmäiset paluuheijastavuusmittarit olivat kuitenkin käytössä jo 1970-luvulla. Tätä laitetta ovat seuranneet uudet versiot LTL-2000 ja LTL-X. Esimerkiksi Saksassa kaikkien paluuheijastavuusmittareiden tuloksia verrataan LTL-2000:n tuloksiin, jotta varmistetaan muiden laitteiden tulosten oikeellisuus. Nykyään LTL-2000:ia ja LTL-800:ia ei enää tehdä, mutta niitä on kuitenkin vielä paljon käytössä. Kaikki LTL-laitteet ovat Delta-yhtiön tuottamia. Lisäksi on olemassa kilpailevia laitteita, kuten Road Vistan Stripemaster ja Zehntnerin ZRM 6013. (Sörensen 2012.)

Mobiilimittauslaitteet (kuva 9) eli autoon asennettavat laitteet mittaavat liikkuvasta ajoneuvosta paluuheijastavuusarvoja pidemmiltä yhtäjaksoisilta osuuksilta. Näitä mittauksia voidaan tehdä muun liikenteen nopeudella liikkuvasta autosta, eivätkä nämä mittaus-tilanteet vaadi huomattavia liikennejärjestelyitä kuten käsimittareilla tehtävät mittaukset. Ajoneuvoon asennettavien laitteiden sekä käsimittareiden tulisi periaatteessa toimia samojen vaatimuksien mukaisesti, eikä auton liikkeellä ja valon määrän vaihtumisella

pitäisi olla merkitystä mittaustuloksiin. Ajoneuvon nopeuden suuri vaihtelu saattaa kuitenkin aiheuttaa hajontaa mobiilimittauslaitteilla tehtäviin mittaustuloksiin. (Suomen standardisoimisliitto SFS 2009.)



Kuva 9. Mobiilimittauslaitteita (Sörensen 2012).

Ensimmäiset mobiilimittauslaitteet tulivat käyttöön 1980-luvulla Ranskassa. Ensimmäinen laite oli nimeltään Ecodyn ja se mallinsi käsimittareiden tapaan 30 metrin mittausteometriaa. Laitteen nimeksi muutettiin 1990-luvulla Ecodyn 30. Muita ajoneuvoon asennettavia paluuheijastavuuslaitteita ovat esimerkiksi Yhdysvalloissa kehitetty Laserlux, Zehntnerin kehittämä ZDR 6020 sekä Deltan kehittämä LTL-M. (Sörensen 2012.)

Mittauslaitteilla tulee pystyä mittaamaan R_L -arvoja 1:stä 2000:een $\text{mcd/m}^2/\text{lx}$ ja mittauksen lineaarisuuden täytyy olla tarkoitukseen riittävä tällä mittausalueella. Kannettavat laitteet on suunniteltu käytettäväksi päivänvalossa ja niissä tulee olla sellainen rakenne, joka estää ympäröivän valon vaikutuksen mittauksiin. (Suomen standardisoimisliitto SFS 2009.)

2.3.4 Mittauslaitteiden vertailumittaukset Suomessa

PANK:n tiemerkintävaliokunta teetti vuonna 2011 paluuehjästävyyssmittareiden vertailumittaukset VT10:llä. Mittauksiin otettiin mukaan Rambollin ja Road Consultingin laitteita. Saatujen tulosten perusteella PANK:n tiemerkintävaliokunta päätti, että vuodesta 2012 eteenpäin järjestetään vuosittain paluuehjästävyyssmittareiden vertailumittaukset kaikille toimijoille. Vertailumittauksiin osallistuminen edellyttää laitevalmistajan huolto- ja kalibroitodistuksia. Vertailumittaukset tulee läpäistä, jotta urakoitsijat voivat suorittaa laatumittauksia ELY-keskusten alaisissa urakoissa. Samalla päätettiin paluuehjästävyyden laadun kehittämiseen keskittyvän tutkimusohjelman käynnistämisestä. (PANK 2011.)

PANK:n tiemerkintävaliokunnan paluuehjästävyyssmittaryhmä laati suunnitelman paluuehjästävyyssmittareiden hyväksyntätesteistä kokouksessaan 30.3.2012. Työryhmä päätti, että seuraavat kohdat ovat vertailumittauksen päätavoitteita (PANK 2012):

- Käsimittareiden kalibroitipalojen tarkistaminen
- Käsimittareiden toistettavuus
- Poikkeamat käsimittareiden välillä
- Mobiilimittareiden toistettavuus
- Erot mobiililaitteiden välillä
- Tasoerot mobiililaitteiden ja käsimittareiden välillä

Vuoden 2012 testikohteeksi valittiin VT2:lta keskikaiteellinen tieosa Loukun kohdalla sekä varalaskupaikka Jokioisissa. Mittaukset tehtiin sekä käsimittareilla että mobiilimittareilla viidellä 100 metrin reunaviivaosuudella. Käsimittareilla mittaukset tehtiin pistekohtaisina 100 metrin jaksoissa yhden metrin välein (kuva 10).



Kuva 10. Käsimittareilla tehtyjä vertailumittauksia keväällä 2012 VT2:lla.

Käsimittareilla tehtiin lisäksi toistoja lyhyellä matkalla 1,5 metrin osuudelta kahdessa eri paikassa. Toisessa kohteessa tehtiin 10 mittausta ja toisessa 20 mittausta siirtämällä mittaria aina vähän matkaa eteenpäin. Lisäksi testattiin keltaista merkintää ja valkoista teippiä, jotka oli liimattu vaneriin. Molemmista paloista tehtiin 10 mittausta. Mobiilimittareilla 100 metrin osuudet ajettiin läpi viidesti. Hyväksyntätesteihin osallistuivat seuraavat toimijat ja laitteet:

Taulukko 5. Hyväksyntätesteihin osallistuneet käsimittarit ja mobiilimittarit (Pöyry 2012).

Tunnus	Laite	Omistaja
Aalto-yliopisto	LTL-X	Aalto-yliopisto
Cleanosol 1	LTL-X	Cleanosol
Cleanosol 2	LTL-X	Cleanosol
Cleanosol 3	MX 30	Cleanosol
Cleanosol 4	LTL 2000	Cleanosol
NCC	LTL 2000	NCC
Ramboll 1	LTL 2000	Ramboll
Ramboll 2	Stripe Master	Ramboll
Skanska 2	LTL 2000	Skanska
Tielinja 1	LTL	Tielinja
Tielinja 2	LTL S Retro	Tielinja

Tunnus	Yritys	Auto
R1	Ramboll Oy	RST 7
R2	Ramboll Oy	RST 9
RC	Road Consulting Oy	Ecodyn

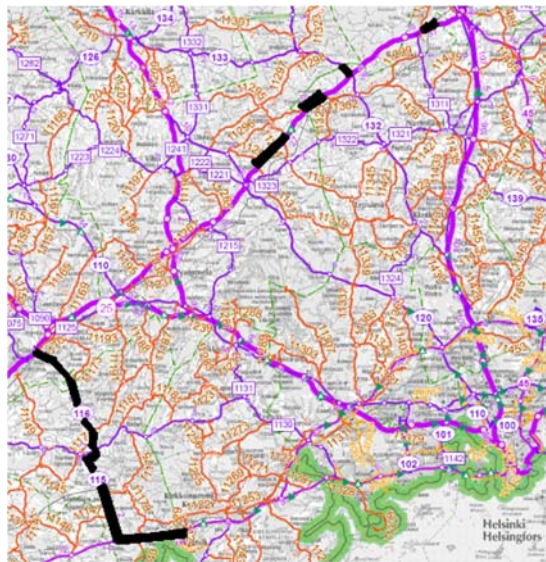
Hyväksyntätesteistä todettiin yhteenvetona, että mobiilimittareiden toistettavuus on hyvää ja niiden tuloksissa on havaittavissa selvä systemaattinen ero käsimittareiden tuloksiin. Mobiilimittareiden arvot ovat lähellä toisiaan, kun arvoalue on lähellä 100 mcd/m²/lx. Käsimittareita vertailtaessa havaittiin, että arvojen hajonta yksittäisissä pisteissä on huomattavan suurta. Tässä työssä käytetty Aalto-yliopiston käsimittari sai hyväksynnän testeistä ja sitä voidaan käyttää siis virallisissa ELY-keskusten alaisissa paluueijastavuusmittauksissa. Kyseisellä laitteella poikkeama kaikkien laitteiden keskiarvotuloksista viidellä 100 metrin mittausosuudella yhteensä oli +1 prosenttia. (Pöyry 2012.)

2.3.5 Aikaisempia paluuheijastavuusmittauksia

Ville Reihe 2011

Ville Reihe tutki 2011 Aalto-yliopistossa valmistuneessa diplomityössään tiemerkin­tö­jen keskimääräistä paluuheijastavuusominaisuuksien kehitystä talven jälkeen kevään ja kesän aikana. Tuloksien ja kirjallisuuden avulla Reihe teki päätelmiä paluuheijastavuusmittausten optimaalisesta ajankohdasta. Lisäksi hän tutki paluuheijastavuusmittausten kesälle ajoittamisen vaikutuksia kustannuksiin. Reihe teki työssään itse pistekohtaisia paluuheijastavuusmittauksia seitsemän kertaa Uudellamaalla noin kolmen viikon välein 27.4.-3.9.2010. Pistekohtaiset mittaukset tehtiin Cleanosol Oy:n Mx30-paluuheijastavuusmittarilla. Tämän lisäksi työtä varten analysoitiin Road Consulting Oy:n tekemiä jatkuvia paluuheijastavuusmittauksia, joita tehtiin kymmenen kertaa Kaakkois-Suomessa ja yhdeksän kertaa Varsinais-Suomessa.

Pistekohtaiset paluuheijastavuusmittaukset tehtiin kaikki kuivissa oloissa aina kello 8 - 16 välillä. Reitille valittiin mahdollisimman kattavasti erikuntoisia tiemerkin­tö­jä. Alku­peräinen reitti kattoi tiet 115 ja 116 kokonaan ja pienen osan tieltä 51. Reitille valittiin lisää kohteita ensimmäisen mittauskerran jälkeen. Nämä pisteet sijaitsivat teillä 25 ja 132. Kuvassa 11 on esitetty mitatut kohteet.



Kuva 11. Ville Reihen työssä mitatut pistekohtaiset paluuheijastavuusmittauskohteet (Reihe 2011).

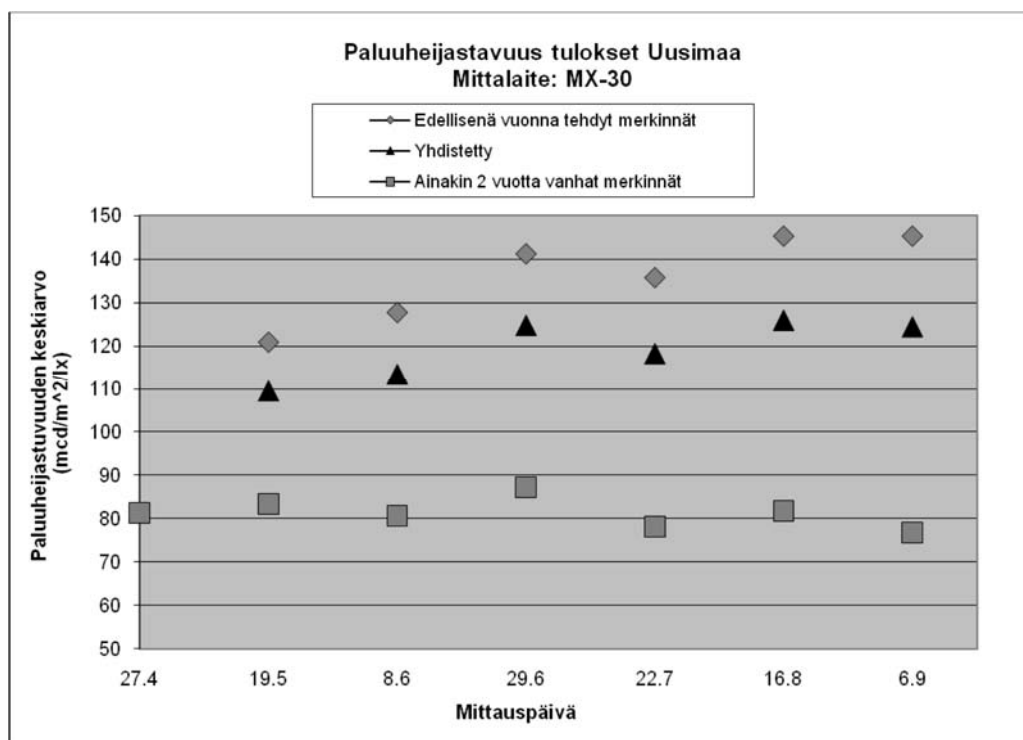
Poikkileikkaukset, joista mittauksia tehtiin, valittiin noin kolmen kilometrin välein. Poikkileikkauksia oli yhteensä 36. Poikkileikkauksista mitattiin reunaviivat, keskiviivat sekä mahdolliset kaistaviivat. Paluuheijastavuudet mitattiin jokaisesta pisteestä tien molempiin suuntiin.

Ensimmäisellä mittaukskerralla todettiin paluueijastavuusmittausten vaihtelevan hyvin paljon sekä mittausten keskiarvon olevan vain 70 mcd/m²/lx eli selvästi alle vaaditun raja-arvon. Toiselle mittaukskierrokselle haluttiin enemmän raja-arvot ylittäviä tuloksia, joten alle 60 mcd/m²/lx olevat pisteet jätettiin pois mittauksista ja tilalle valittiin uusia pisteitä, jotka ylittivät vaaditun 100 mcd/m²/lx raja-arvon. Toisella mittaukskerralla mittausten keskiarvo oli 90 mcd/m²/lx. Kolmannella mittaukskerralla mitattiin samat pisteet kuin toisella kerralla. Neljännelle mittaukskerralle mittauspisteiden määrää jouduttiin taas muuttamaan, koska osa pisteistä sijaitsi tiemerkinöillä, jotka oli uusittu mittauskertojen 3 ja 4 välillä. Taulukossa 6 on esitetty eri mittauskerroilla mitatut pistemäärät.

Taulukko 6. Ville Reihen työssä tekemät paluueijastavuusmittausten pistemäärät eri ajankohtina.

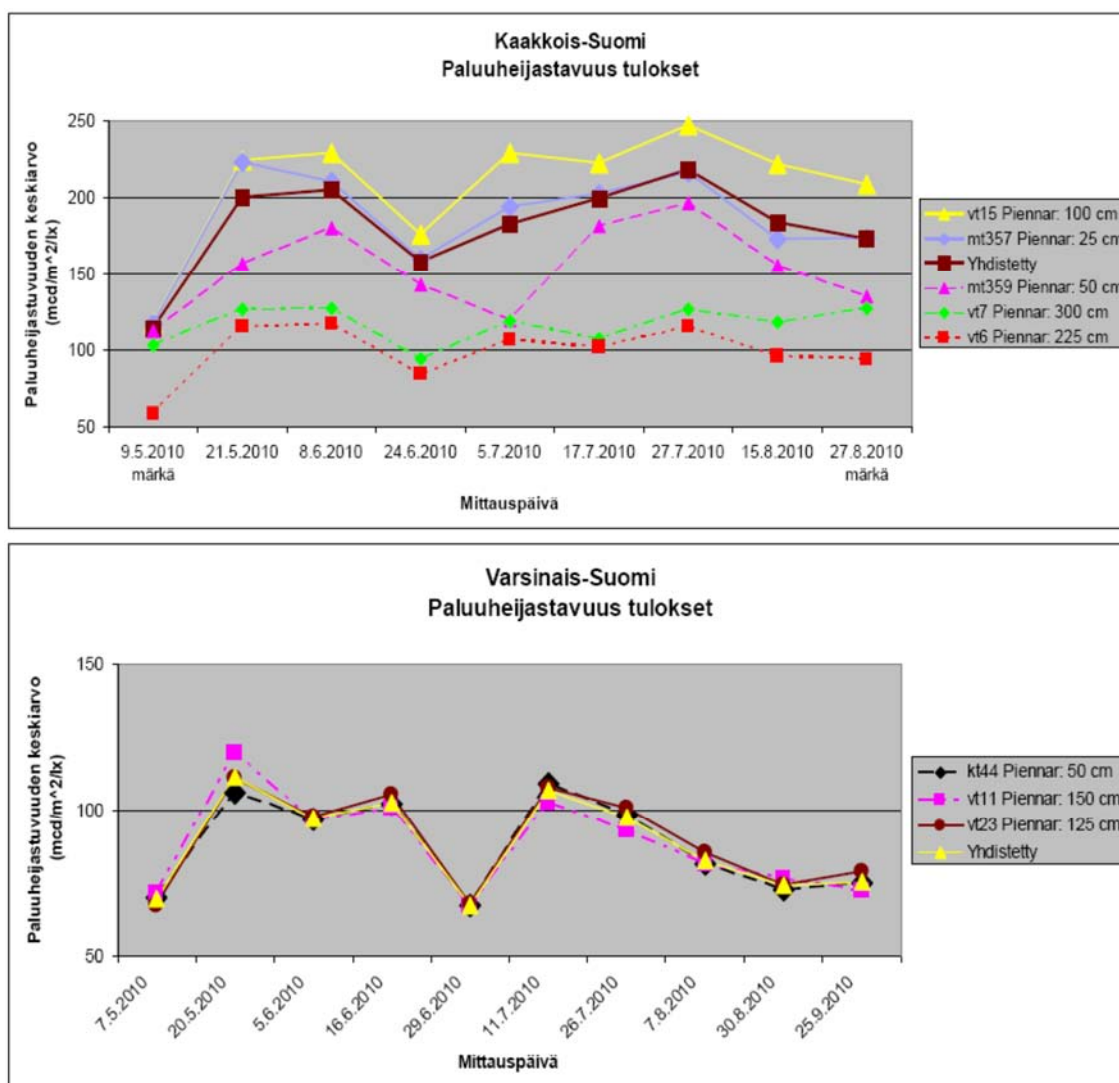
Mittauksen päivämäärä	27.4.2010	19.5.2010	8.6.2010	29.6.2010	22.7.2010	16.8.2010	3.9.2010
Mittauksia	214	244	244	212	152	130	92

Kuvassa 12 on esitetty työssä saadut tulokset pistekohtaisista paluueijastavuusmittauksista. Ensimmäisen mittaukskierroksen tuloksista otettiin huomioon vain ne pisteet, jotka mitattiin myös viimeisellä mittaukskerralla. Muita kuin ensimmäistä mittaukskerraa vertailtaessa toisiinsa otettiin tuloksissa huomioon kaikki mitatut pisteet. Kuvassa yhdistetty tarkoittaa niitä pisteitä, joissa on otettu huomioon muut kuin ensimmäisen mittaukskerran arvot. Arvot näyttäisivät nousseen ensimmäisen ja viimeisen mittaukskerran välillä kaikissa sarjoissa. Neljännen mittaukskerran jälkeen kaikki sarjat käyttäytyvät hieman eri tavalla toisiinsa nähden. Tuloksissa painotettiin kuitenkin uusia merkintöjä, joiden tulokset näyttivät kasvaneen aina viimeiseen mittaukskertaan asti.



Kuva 12. Reihen työssä saadut pistekohtaisten paluueijastavuusmittausten tulokset.

Jatkuviin paluuheijastavuusmittauksiin valittiin pisteitä pistekohtaisten mittausten tapaan erikuntoisilta ja eri-ikäisiltä tiemerkinnoilta. Mittaukset tehtiin pistekohtaisten mittausten tapaan kahden - kolmen viikon välein, mutta ne tehtiin ainoastaan oikeasta valkoisesta reunaviivasta. Mittauksissa käytettiin EcoDyn-mittausautoa, jonka korrelaation on todettu olevan LTL-mallisten käsimittauslaitteiden kanssa noin 0,95 (VTT 1995). Jatkuvien paluuheijastavuusmittausten tulosten mukaan paluuheijastavuudet paranivat toukokuun alusta ja saavuttivat lähes parhaat arvonsa jo toukokuun puolivälissä. Tämän jälkeen paluuheijastavuudet pysyivät lähes samoina heinäkuun puoliväliin asti. Kesäkuun lopulla oli tosin yksi kerta, jolloin havupuista tullut siitepöly alensi arvoja. Heinäkuun lopun jälkeen paluuheijastavuusarvot kääntyivät laskuun. Kuvassa 13 on esitetty mittauksista saadut tulokset.



Kuva 13. Kaakkois-Suomen ja Varsinais-Suomen tehtyjen jatkuvien paluuheijastavuusmittausten tulokset (Reihe 2011).

Kuvaajat noudattavat samankaltaista muotoa molemmissa kohteissa, vaikka tiet ovat erilaisia. Osa mitattavien kohteiden reunaviivasta oli märkää ensimmäisellä ja viimeisellä mittauskerralla. Kaakkois-Suomessa mitattujen kohteiden paluuheijastavuusarvot vaihtelivat 114 ja 218 mcd/m²/lx välillä ja Varsinais-Suomessa 67 ja 112 mcd/m²/lx välillä. Paluuheijastavuusarvot vaihtelevat paljon mittausten välillä, eikä syitä muutoksille varmuudella tiedetty. Tulosten perusteella arvojen kehitys syksyä kohti näyttäisi olevan laskevaa. Sadan metrin mittausten keskiarvoja oli Kaakkois-Suomessa yhteensä 794 ja Varsinais-Suomessa 1116.

Jarmo Nousiainen 2008

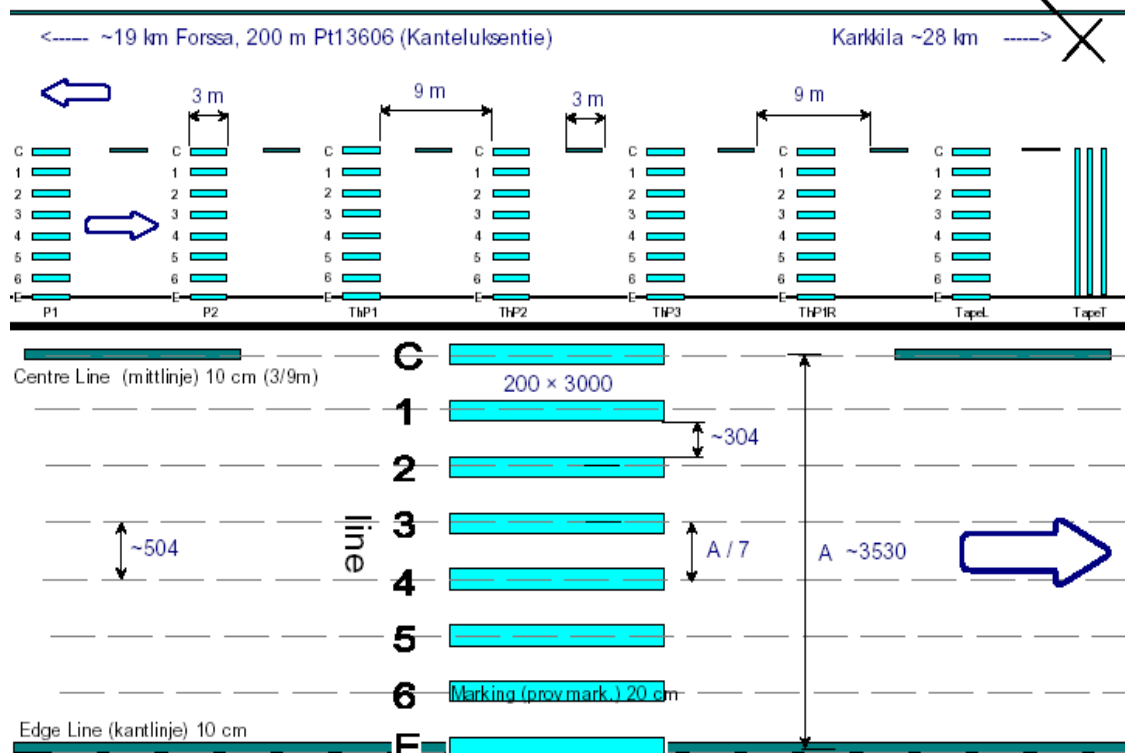
Jarmo Nousiainen teki vuonna 2008 Hämeen ammattikorkeakoululle opinnäytetyön tiemerkintämateriaalien kestävyysvertailututkimuksena. Nousiainen esittelee työsääntöjen yhtenäisten tiemerkintämateriaalien EN-standardien laatimista varten tehdyn projektin. Projektin tavoitteena oli luoda yhtenäiset standardit Euroopan talousalueen jäsenmaille. Standardit oli tarkoitus luoda tiemerkintämaaleille, -massoille ja -teipeille. Projekti aloitettiin laboratoriossa tehdyillä laatuksilla, jotka osoittivat, että laboratoriokokeet eivät vastaa todellisia sääoloja ja liikenteestä aiheutuvia rasituksia. Siksi päätettiin rakentaa eri puolille Eurooppaa koekenttiä, joiden perusteella materiaaleille voitaisiin laatia standardit. Koekenttiä tehtiin yhteensä 15 ja lisäksi kaksi simulointia laboratoriossa.

Kokeeseen osallistuivat seuraavat maat Itävalta, Belgia, Tanska, Suomi, Ranska, Espanja, Saksa, Puola, Slovakia, Ruotsi, Hollanti ja Englanti. Kaikkiin koekenttiin sijoitettiin standardisointia varten virallisiksi vertailumateriaaleiksi samat tuotteet (EUID-kokeen materiaalit):

- *maalit P1 ja P2, valmistaja SAR Ranska*
 - *tavoite kalvopaksuus; ohutkalvo noin 0,15 mm (P1) ja kalvopaksuus noin 0,25 mm (P2),*
- *massat; Th1S: valmistaja Cleanasol Ruotsi, Th2GB: valmistaja Prismo Englanti, Th3E: valmistaja Aetec Espanja, Th1R: valmistaja Cleanasol Ruotsi*
 - *tavoitepaksuus 3 mm*
- *teippi; TapeL, valmistaja 3M*
- *kylmä massa CP: valmistaja Pinciara Espanja, (mukana 6 koekentässä)*

Suomessa koekenttä sijaitsi VT2:lla Liesjärven alueella. Koekentät oli mahdollista toteuttaa joko poikittais- tai pitkittäisraitakoekenttänä. Suomessa koekenttä (kuva 14) toteutettiin pitkittäisraitakokeena tiellä, jonka reunaviivojen välinen etäisyys oli 7 metriä ja kaistaleveys 3,5 metriä. Viivat sijoitettiin tielle kuvan 14 mukaisesti. Kaistoille tulleet viivat jaettiin tasan reunaviivojen väliin. Kunkin viivan leveys oli 20 cm ja pituus 3 metriä.

EUID Road Trial 2004 FIN, Vt 2 (to 20 s2) Liesjärvi

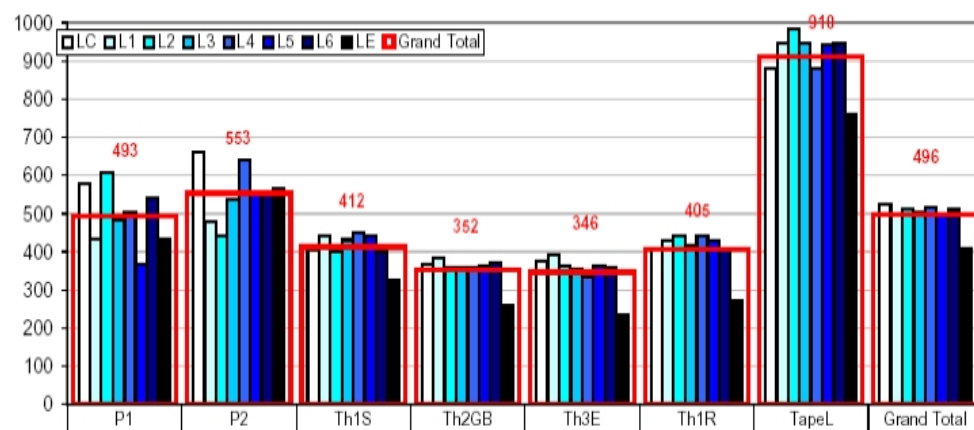


Kuva 14. Koekenttä VT2:lla (Nousiainen 2008).

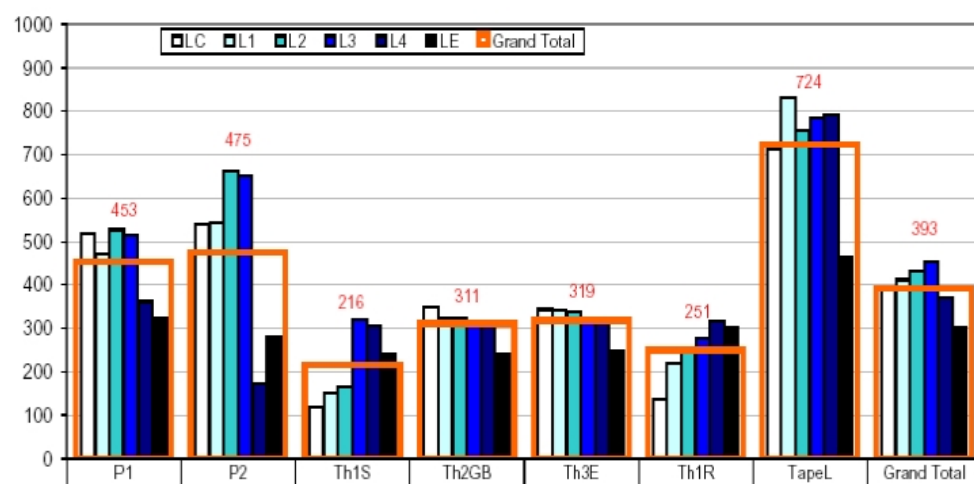
Merkintämaalit levitettiin kaikille koekentille kesällä 2004, Suomessa heinäkuussa 2004, jolloin myös tehtiin ensimmäiset mittaukset. Jokaiselta kentältä mitattiin paluuheijastavuudet, luminanssit, värikoordinaatit, kitkat ja materiaalien paksuudet. Paluuheijastavuudet mitattiin LTL-2000 - käsimittarilla 30 metrin mittausgeometriaa noudattaen.

Mittaukset aloitettiin vuosina 2004-2005 ja niitä toistettiin seuraavina vuosina. Tarkoituksena oli tutkia materiaalien kulutuskestävyyttä kunkin maan oloissa. Tutkimuksessa ei ollut käytössä kaikkien maiden uusista merkinnöistä mitattuja tuloksia, joten kenttien tuloksia vertailtiin vuoden 2005 mittauksen perusteella. Suomen kentästä analysoitiin lisäksi paluuheijastavuustuloksia vuoden 2007 mittauksista. Kuvassa 15 on esitetty Suomen ja kuvassa 16 on esitetty Ruotsin vuoden 2004 mittauksista saadut tulokset. Kuvissa olevat lyhenteet tarkoittavat:

- *LC, Centre Line eli keskiviiva*
- *L1, L2, L3, L4, L5 ja L6, Line 1-6 eli linjat 1-6*
- *LE, Edge Line eli reunaviiva*
- *P on paint eli maali*
- *Th on thermoplastic eli kuumamassa*
- *Tape on teippi*



Kuva 15. Suomen koekentän paluuheijastavuustulokset vuonna 2004 (Nousiainen 2008).



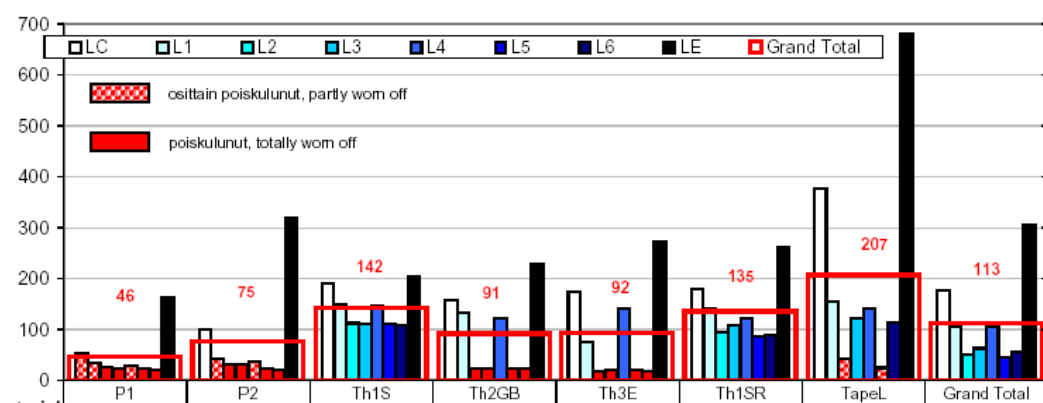
Kuva 16. Ruotsin koekentän paluuheijastavuustulokset vuonna 2004 (Nousiainen 2008).

Maalien paluuheijastavuusarvojen keskiarvot vaihtelivat Suomessa 49...553 mcd/m²/lx välillä ja Ruotsissa 453...475 mcd/m²/lx välillä. Massojen paluuheijastavuusarvojen keskiarvot vaihtelivat Suomessa 346...412 mcd/m²/lx välillä ja Ruotsissa 216...319 mcd/m²/lx välillä. Molempien kenttien arvot olivat siis erittäin hyviä, koska uudelta viivalta vaaditaan 150 mcd/m²/lx paluuheijastavuusarvoja. Taulukossa 7 on esitetty vuoden 2005 mittauksista saadut tulokset kaikista mittauksiin osallistuneista maista. Harmaalla merkityt kohdat tarkoittavat, että tiemateriaalia ei ole jäljellä koekentässä.

Taulukko 7. Vuoden 2005 paluuheijastavuustulokset (Calavia 2006).

	test field	material	Th1S	Th2 GB	Th3E	P1	P2	TAPEL	CP
1.	Belgium L		154	135	202	104	90	556	
2.	Denmark L		115	98	153	37	53	426	
3.	Denmark T		179	143	192	39	77	358	
4.	Finland L		142	91	93	46	75	207	
5.	Sweden/Norway L		158	124	139	48	60	179	
6.	Czech Rep., dir. Brno T		161	112		282		596	173
7.	Czech Rep., dir. Ivan. T		152	109		231		559	165
8.	Netherlands T		127	131	128	132	149	432	
9.	Austria L					109	179	400	168
10.	Poland T		139	123	194	75	60	564	135
11.	France T		181	151	193	106	80	585	
12.	United Kingdom T		120	94			47	387	
13.	Germany, wear sim.		85	115	137	173	82	548	
14.	Spain L					271	261		
15.	Spain, road 1 L		209	204	169	404	217	545	209
16.	Spain, road 2 L		232	237	219	195	323	532	242
17.	Spain, wear sim.		163	226	219	269	212	764	
	Keskiarvo		154	140	170	158	131	477	156

Kuvassa 17 on esitetty Suomen 2005 mittausten tulokset. Tulosten perusteella maalit olivat kuluneet paljon, kuten myös massat ThGB ja ThE olivat kuluneet runsaasti etenkin tieurien kohdalta. Parhaiten materiaaleista olivat kestäneet massat Th1S ja Th1SR, samoin myös osittain teippi.



Kuva 17. Suomen koekentältä mitatut vuoden vanhat kohteet (Nousiainen 2008).

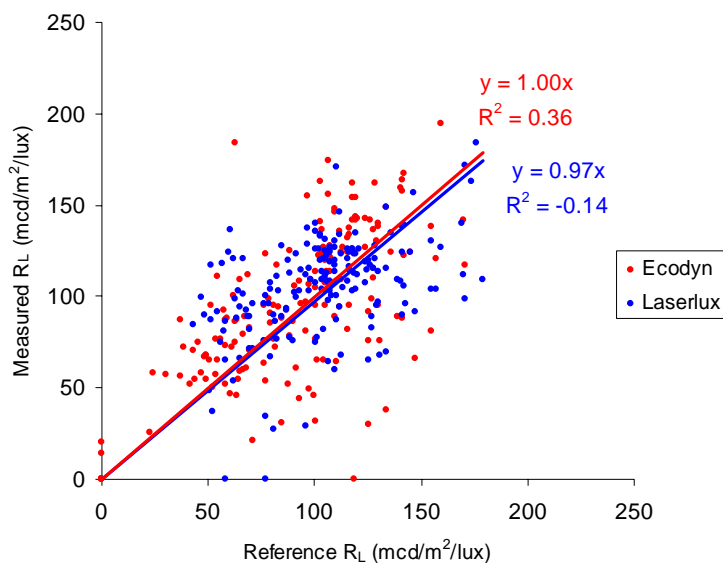
Suomessa koekentälle levitettiin kansainväliseen vertailuun osallistuvien massojen lisäksi kansallisia materiaaleja suomalaisilta urakoitsijoilta. Liitteessä 1 on esitetty kansallisten paluuheijastavuusmittausten tulokset vuosilta 2004-2007. Vuonna 2004 kaikki materiaalit olivat erinomaisia, lukuun ottamatta PsTE3-maalia. Vuoden 2005 ensimmäi-

sissä mittauksissa eli vuoden vanhoilla merkinnöillä, muutosta oli jo tapahtunut edeltäviin tuloksiin. Käytännössä kaikki maalit olivat kuluneet pois, lukuun ottamatta reunaviivojen päälle levitettyjä merkintöjä. Massojen arvot olivat myös pudonneet paljon, mutta olivat kuitenkin pääasiassa yli vaadittavan raja-arvon. Vuoden 2005 toisissa mittauksissa tulokset olivat hiukan kohentuneet edellisistä mittauksista. Tulosten mukaan kotimaiset kuumamassat olivat kestäviä. Vuoden 2007 viimeisissä mittauksissa kotimaiset kuumamassat olivat edelleen hyvässä kunnossa keskiviivalla sekä reunaviivoilla, mutta muilta linjoilta massamateriaalit olivat kuluneet lähes kokonaan pois. Muut kuin massamateriaalit olivat kaikki kuluneet kokonaan pois kaikilta linjoilta.

Kai Sörensen 2012

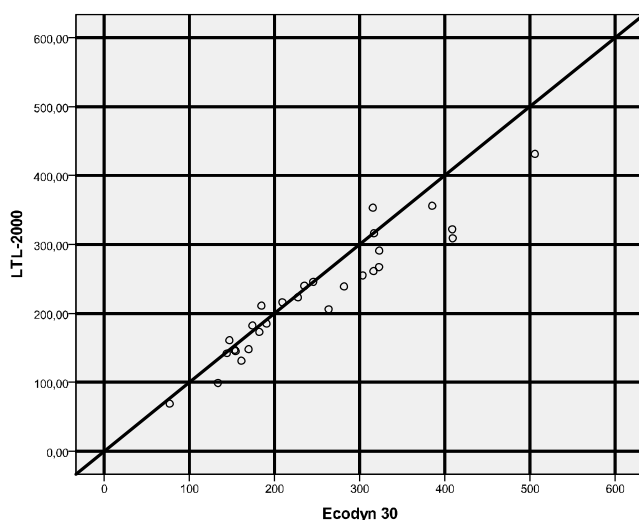
Tanskalainen Kai Sörensen esittelee 2012 julkaisemassaan Annex D: Measurement of the retroreflection of road markings and road surfaces - teoksessa kolme erilaista paluuheijastavuusmittareiden vertailututkimusta. Kai Sörensen on yksi maailman johtavia asiantuntijoita paluuheijastavuuden saralla.

Ensimmäinen vertailututkimus on Transport Research Laboratory UK:n (TRL) vuonna 2006 tekemä vertailu kahdelle mobiilimittarille, joissa on vertailtu keskenään mitattuja paluuheijastavuuksia referenssimittauksiin. Mittauksissa on tutkittu Ecodyn 30- ja Laserlux -laitteiden tarkkuutta. Saadut tulokset ovat kuvassa 18. Kuvasta huomataan, että suurella aineistolla, joka mittauksista on saatu, on suuri epävarmuus mittaustuloksissa. Mittausten välillä on merkittävän suurta hajontaa.

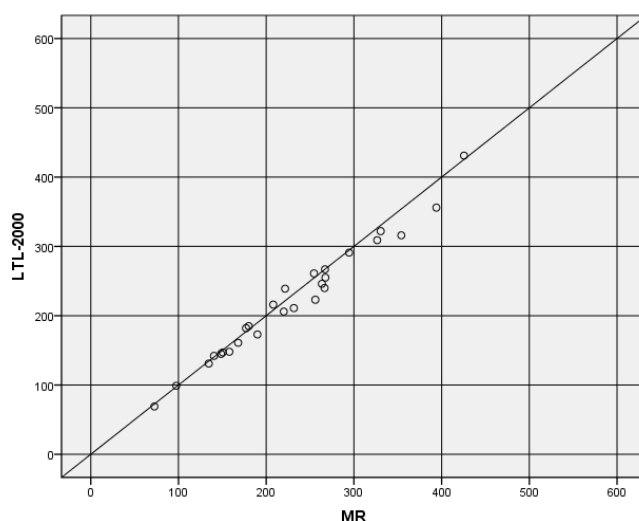


Kuva 18. TRL:n tekemiä mittauksia v. 2006 mobiilimittareille (Sörensen 2012).

Vuonna 2010 tehtiin vertailumittaus, jossa vertailtiin käsimittarin (LTL 2000) ja mobiilimittarin (Ecodyn 30) eroja 200 metrin tieosuuksilla Tanskassa ja Ruotsissa. Tieosuudet sisälsivät sileää merkintää ja profiloitua merkintää, jatkuvaa ja katkonaista viivaa sekä eripituisia, erikuntoisia ja paluuheijastavuusarvoiltaan erilaisia merkintöjä. Kuvassa 19 on esitetty 200 metrin tiemerkinäosuuksilta saadut paluuheijastavuuskeskiarvot käsimittareilla ja mobiilimittareilla. Yhteenvedona voidaan todeta, että mittauksien epätarkkuuksia voidaan vähentää hyvillä kalibrointiohjeilla sekä kokeneilla mittaajilla. Tutkimuksissa kokeiltiin myös LTL-M - laitteen prototyyppiä. Tulokset on esitetty kuvissa 19 ja 20. Tutkimuksen mukaan LTL-M - laitteella saatiin alle puolet vähemmän epävarmuutta mittauksissa kuin Ecodyn 30 - laitteella.



Kuva 19. Paluuheijastavuuskeskiarvon vertailu 200 metrin osuuksilta Ecodyn 30:llä ja LTL-2000:llä (Sörensen 2012).

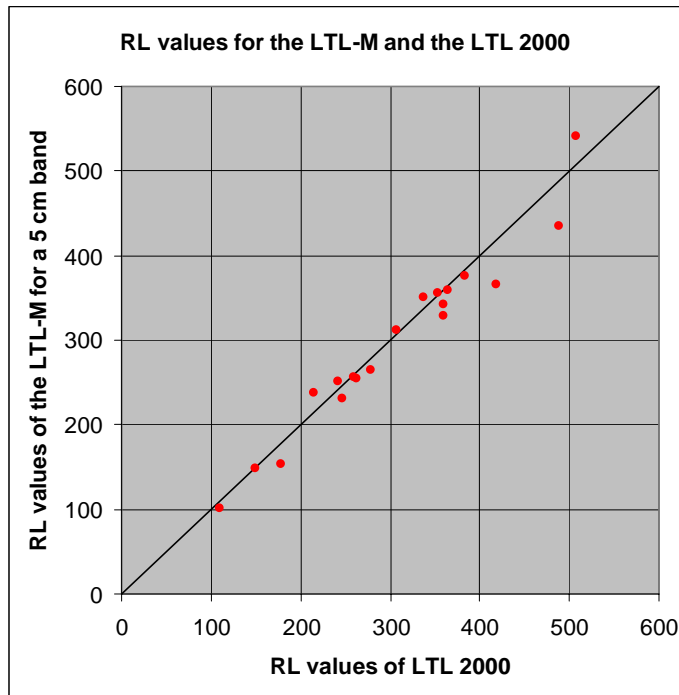


Kuva 20. Paluuheijastavuuskeskiarvon vertailu 200 metrin osuuksilta LTL-M:llä ja LTL-2000:llä (Sörensen 2012).

Kolmantena tutkimuksena Sörensen on esitellyt vuoden 2010 Expert Panel'in tutkimuksen CEN/TC 226WG2, jossa olivat osallisena Luc Robert (BRRC, Belgian Road Research Centre) ja Sven-Olef Lundkvist (VTI, Swedish National Road and Transport Research Institute). Testi tehtiin 21 mittauspaiikalla viidelle paluuheijastavuusmittarille (yksi LTL-2000 ja neljä mobiilimittaria). Kaksi paikoista oli katkonaista tiemerkintää ja loput yhtenäistä tiemerkintää. Testissä selvisi, että:

- LTL-2000:n 4-5 cm levyinen mitta-alue sijaitsi suunnilleen keskellä tiemerkintää
- Kaksi mobiilimittaria valitsi suurimman R_L -arvon 4 cm leveydeltä jostain kohdasta merkkintää
- Yksi mobiilimittari mittaa R_L -arvon keskiarvon koko viivan leveydeltä
- Yksi mobiilimittari (LTL-M prototyyppi) mittaa R_L -arvon keskiarvon koko viivan leveydeltä tai 5 cm leveydeltä keskeltä merkkintää

Saatua dataa analysoitiin ja sen perusteella huomattiin, että suurimmalla osalla tiemerkinnöistä paluuheijastavuusarvo on suurin keskellä viivaa. Tällöin saadaan isompia arvoja, jos mittari mittaa pelkästään 5 cm aluetta keskeltä viivaa. Kahdella mitta-alueella keskeltä viivaa saatiin pienempiä arvoja kuin reunoilta, joten tällöin keskeltä mittaava laite sai pienempiä arvoja kuin muut laitteet. Kuvassa 21 on esitetty vertailu LTL-M ja LTL-2000 laitteiden välillä. On perusteltua todeta, että LTL-M - laitteella on vain pieni epätarkkuus mittauksissa ja samoja ominaisuuksia, jotka vähentävät hajontaa kuin LTL-2000:lla. Myös kalibrointi on yhtä helppoa kuin LTL-2000 - laitteella. Tämän perusteella on syytä odottaa, että LTL-M - laitteesta tulee samankaltainen mullistaja mobiilimittarimarkkinoille kuin LTL-2000:sta tuli aikoinaan käsittarimarkkinoille. Voi olla, että kyseiset laitteet ovat jopa yhtä tarkkoja. Tulevat vertailumittaukset tulevat antamaan enemmän tietoa näistä odotuksista. LTL-M:n koko viivan leveydeltä mittaava ominaisuus vastaa paremmin kuljettajien kokemaa paluuheijastavuutta ja siksi sen odotetaan tulevan yleisesti käyttöön LTL-M:ssä.



Kuva 21. R_L -arvon vertailu LTL-M ja LTL-2000 laitteiden välillä (Sörensen 2012).

Sudhakar Pandurangan 2009

Sudhakar Pandurangan on tutkinut yhden vuoden ajan South Carolinassa Yhdysvalloissa vesiliukoisen maalimerkinnän paluuheijastavuuden muutosta. Paluuheijastavuusmittaukset aloitettiin toukokuussa 2008 ja lopetettiin heinäkuussa 2009. Tänä aikana tehtiin neljä mittauskierrosta. Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, milloin tie-merkintöjä tulisi uusia. Tutkimuksessa tutkittiin sekä valkoista että keltaista viivaa ja reuna-, keski- sekä katkoviivaa 60 mittauspaikalta kuivissa oloissa. Mittauksissa käytettiin LTL-X - käsimittaria. Saatu mittausdata jaettiin ryhmiin päällysteen materiaalin, päällysteen värin/tyypin ja päällysteen kunnon perusteella. Taulukossa 8 on esitetty mittauksista saadut tulokset. Paluuheijastavuuden mittarina käytettiin mittaustuloksista laskettuja paluuheijastavuuden mediaaniarvoja.

Taulukko 8. Paluuheijastavuusmittausten tulosityhteen veto koko mittausjakson ajalta (Pandurangan 2009).

Table 4.1 Summary of data with Number of Sites and Groups

Attributes	Remarks	Number of Sites	Median Retroreflectivity in mcd/sqm/lux						
			Round 1	Round 2	% change between 1 to 2	Round 3	% change between 2 to 3	Round 4	% change between 3 to 4
Total	Total Sites	60							
Pavement Type	Asphalt	52	170	170	0 %	149	-12.35%	146	-2.01%
	Chip Seal	8	173	156	-9.83%	157	0.64%	157	0%
Pavement Marking Color and Type	White Edge Lines	44	346	308	-10.98%	310	0.65%	295	-4.84%
	Yellow Centerlines	50	156	146	-6.41%	131	-10.27%	125	-4.58%
	White Skip	4	132	123	-6.82%	71	-42.28%	64	-9.86%
	Yellow Skip	10	144	140	-2.77%	128	-8.57%	135	5.47%
Pavement Condition	Existing HMA	52	170	170	0 %	149	-12.35%	146	-2.01%
	Existing Chip Seal	6	168	144	-14.29%	143	-0.69%	157	9.79%
	New Chip Seal	2	204	189	-7.35%	184	-2.65%	193	4.89%
Number of rounds of data collected	Round 1	60	171						
	Round 2	60	169						
	Round 3	60	149						
	Round 4	58	147						

Paluuheijastavuusarvot vaihtelivat joka mittauskierroksella 12 ja 479 mcd/m²/lx välillä. Kuten tuloksista huomataan, ovat paluuheijastavuusarvot laskeneet melkein jokaisen mittauskerran jälkeen kaikilla viivatyypeillä. Näiden tulosten perusteella kulumisella on suuri vaikutus merkintöjen kuntoon ja paluuheijastavuuteen. Tulosten perusteella voitiin kulumisen myös odottaa olevan merkittävä tekijä Suomessa tehtävissä mittauksissa.

3 Maastomittaukset

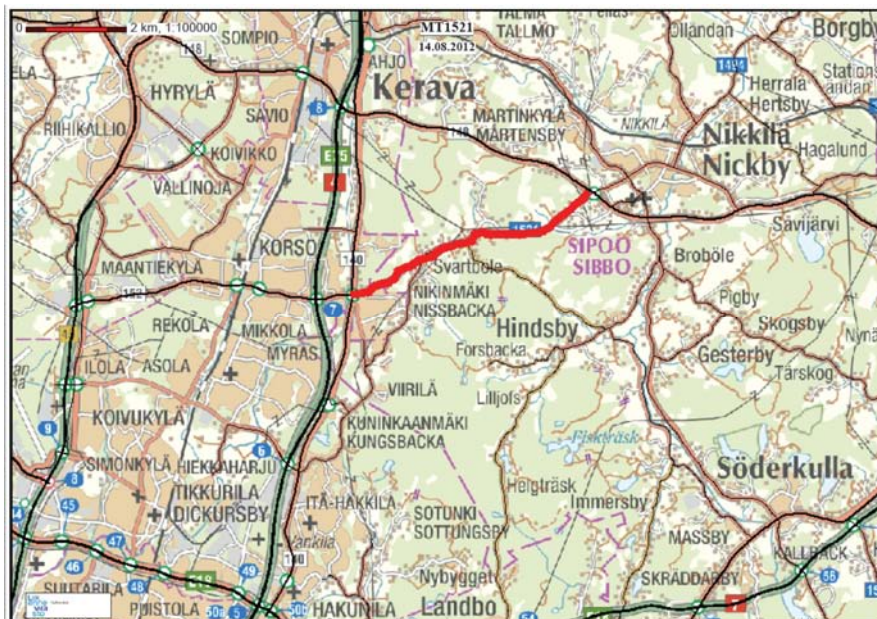
Tässä kappaleessa käsitellään tutkimusta varten tehtyjä maastomittauksia. Mittaukset suoritettiin lokakuun 2011 ja lokakuun 2012 välillä Uudellamaalla. Tulokset koostuvat paluuheijastavuusarvoista, jotka mitattiin valkoisilta reunaviivoilta ennalta määritetyistä pisteistä. Paluuheijastavuuden lisäksi kohteista kirjattiin ylös kosteus, lämpötila, tien geometriatiedot, viivan materiaali ja ikä, päällysteen materiaali ja ikä sekä keskivuorokausiliikenne.

3.1 Työsuunnitelma

Mittauskohteiksi valittiin työn tilaajien ja ohjaajien toiveesta kahta eri merkkintämateriaalia omaavat tieosat. Ensimmäinen kohteista sijaitsi Kirkkonummen ja Inkoon alueella KT51:llä. Paluuheijastavuusmittaukset aloitettiin tiellä KT51 viikolla 41 (14.10.) vuonna 2011 ja tiellä MT1521 viikolla 42 (20.10.) vuonna 2011. Mittaukset kestivät vuoden ja paluuheijastavuusarvot mitattiin kerran viikossa pistemäisinä mittauksina. KT51:llä kaikki pisteet sijaitsivat valkoisella reunaviivalla ja tiemerkkintämateriaali oli spraymassaa, lukuun ottamatta neljää pistettä, joista kaksi oli Cleanosolin uutta kokeilussa olevaa merkkintämateriaalia ja kaksi valumassaa. Paluuheijastavuusmittaukset suoritettiin yksittäisistä pisteistä, joita valittiin satunnaisesti 34. Toinen mittauskohde sijaitsi MT1521:llä. Mittauspisteitä valittiin 12 ja pisteet sijaitsivat valkoisella reunaviivalla, jossa merkkintämateriaali oli valumassaa. Alkuperäisten pisteiden lisäksi päätettiin heinäkuussa 2012 ottaa mittauksiin mukaan KT51:ltä 12 uutta pistettä, jotka sijaitsivat spraymerkinnällä, joka levitettiin heinäkuussa 2012. Näitä pisteitä seurattiin alkuperäisten pisteiden tapaan kerran viikossa aina lokakuulle 2012 asti. Kuvassa 22 on esitetty kartalla KT51:llä sijaitsevat mittauspisteet ja kuvassa 23 MT1521:llä sijaitsevat mittauspisteet.



Kuva 22. Punaisella merkitty mittauskohteet KT51:llä.



Kuva 23. Punaisella merkitty mittauskohteet MT1521:lla.

Mittaukset tehtiin kunakin päivänä KT51:llä ja MT1521:llä klo 8-15 välisenä aikana. Jokaisesta pisteestä mitattiin joka mittauskerralla paluueijastavuusarvo kolme kertaa. Jokaisen mittauksen jälkeen paluueijastavuusmittari nostettiin ilmaan ja asetettiin uudelleen pisteeseen ennen seuraavaa mittauksia. Näiden kolmen mittauksen keskiarvo oli kyseisen pisteen tulos kyseisellä mittauskerralla. Tällä tavoin pyrittiin minimoimaan mahdollista virhettä mittauksessa tai laitteessa. Kolmen mittauksen välisen vaihteluvälin sovittiin olevan hyväksytyssä mittauksessa 10 mcd/m²/lx. Paluueijastavuuden mittaa-

miseen käsimittareilla ei ole olemassa standardia, vaan kyseinen mittaustapa sovittiin työn tilaajien ja ohjaajien kanssa.

Jokainen mittauspäivä valittiin sattumanvaraisesti, jotta sääolot kuvaisivat mahdollisimman hyvin kunkin vuodenajan sääoloja. Paluuheijastavuusmittaukset tehtiin piste-mäisellä LTL-X - mittarilla. Kyseinen paluuheijastavuusmittari on hyväksytty Liikenneviraston ohjeissa viralliseksi paluuheijastavuuden mittariksi (Tiehallinto 2007b) ja se noudattaa mittaatgeometrialtaan standardia SFS-EN 1436+A1. Kosteuden mittaukseen käytettiin pintakosteusmittaria (MC-7825S). Vallitsevat lämpötilatiedot saatiin Liikenneviraston Webtiesää-palvelusta. Lisäksi aurauksen- ja suolaustietoja saatiin paikallisilta urakoitsijoilta. Mittauspisteet valittiin sattumanvaraisesti, mutta kuitenkin niin, että niiden mittaaminen olisi mahdollisimman turvallista. Käytännössä tämä tarkoitti sitä, että valitut pisteet sijaitsivat lähellä linja-autopysäkkejä tai muita leveämpiä kohtia tiellä, joissa oli helppoa ja turvallista pysähtyä. Työn tarkoitus oli selvittää kuinka paluuheijastavuusarvot vaihtelevat vuoden eri aikoina ja mitkä kaikki asiat vaikuttavat paluuheijastavuuteen.

Työssä haluttiin selvittää vuodenajan vaikutuksen lisäksi, miten muut asiat vaikuttavat paluuheijastavuuteen. Tätä varten työn edetessä mietittiin mahdollisia muita tutkimuksia, joita voitaisiin käyttää hyväksi paluuheijastavuuden muutoksen selvittämisessä. Heti ensimmäisinä mittauskertoina huomattiin monien asioiden vaikuttavan paluuheijastavuusarvoihin. Tärkeintä oli aluksi varmistaa, että mittaus otetaan aina mahdollisimman tarkasti samasta kohtaa merkintää. Tämä varmistettiin tekemällä merkintään poikittainen spraymaalimerkintä ja tämän lisäksi asfalttiin lyötiin rautanaula sprayviivan päälle (kuva 24). Näin varmistettiin, että pisteet löytyisivät myös silloin, kun spraymaali olisi sattunut kulumaan pois sekä talvella, kun viivat olisivat välillä lumen peitossa. Paluuheijastavuusmittari asetettiin tiemerkin keskelle siten, että sen takareuna oli aina päällysteeseen lyödyn rautanaulan kohdalla.



Kuva 24. Kuvassa ylhäällä reunaviiva, johon mittauspiste merkitty rautanaulalla ja spraymaalilla.

Ensimmäisissä mittauksissa huomattiin kosteudella olevan suurin merkitys paluuheijastavuusarvoihin. Huomattiin, että aikaisin aamulla saadut arvot ovat pienempiä kuin myöhemmin päivällä saadut arvot. Tästä syystä alettiin seurata vuorokaudenajan vaikutusta arvoihin. Kosteuden lisäksi merkinnän puhtaudella huomattiin olevan vaikutusta paluuheijastavuuteen. Puhtauden vaikutusta varten valittiin muutama piste, joita puhdistettiin harjaamalla ja selvitettiin tämän vaikutusta tuloksiin.

Kaikki mittauspisteet kuvattiin viiden viikon välein, jotta merkintöjen kulumista pystyttäisiin seuraamaan ja havainnollistamaan visuaalisesti. Kuvien analysointia käydään läpi tarkemmin tulosten analysointiosiossa.

3.2 Mittauskohteet

3.2.1 KT51

KT51:llä kaikki mittauskohteet sijaitsivat tieosien 9-14 välillä. Tiemerkintämateriaali oli koko tieosuudella pääosin spraymassaa ja tiemerkintä oli uusittu kesällä 2011. Pisteistä kaksi oli Cleanosolin uutta kokeilussa olevaa merkkintämateriaalia ja kaksi muuta pistettä valumassaa. Aluksi mittauspisteitä valittiin 34. Pisteistä sekä niiden ympäristöstä tehtiin tarkka kuvaus (liite 2). Liikenneviraston tierekisteristä saatiin tiedot tien päällysteistä, kaarresäteistä ja liikennemääristä. Muut tiedot mitattiin ja arvioitiin itse kohteissa ja kirjattiin taulukkoon (liite 8). Heinäkuussa 2012 päätettiin ottaa tutkittaviksi 12 uutta pistettä tieosalta 14. Kyseiselle tieosalle tehtiin uusi tiemerkintä heinäkuussa 2012. Nämä pisteet kuvattiin myös tarkasti. Pisteiden kuvaukset ovat liitteessä 2. Mittaustulokset on esitetty luvussa 4.

3.2.2 MT1521

MT1521:n mittauspisteet sijaitsevat tieosalla 1. Mittauspisteitä valittiin yhteensä 12 ja tiemerkintämateriaali kaikissa pisteissä oli valumassaa. Tiemerkinnät oli tehty kyseiselle tielle kesällä 2011. Pisteistä tehtiin KT51:n tapaan tarkka kuvaus, joka löytyy liitteestä 3. Mittaustulokset on esitetty luvussa 4.

3.2.3 Drop-on-line ja Kamflex

Työn tilaajalta tuli toive, että työssä käytäisiin mittaamassa Drop-on-linen ja Kamflexin paluuheijastavuusarvoja kostealla säällä. Mittauksissa oli tarkoitus vertailla normaalin merkinnän ja erikoismerkinnän eroja. Drop-on-linea käytiin mittaamassa kahteen ottee-

seen VT9:llä. Kamflexia käytiin mittaamassa kerran VT1:n eritasoliittymässä. Mittauksista saadut tulokset on esitetty luvussa 4.

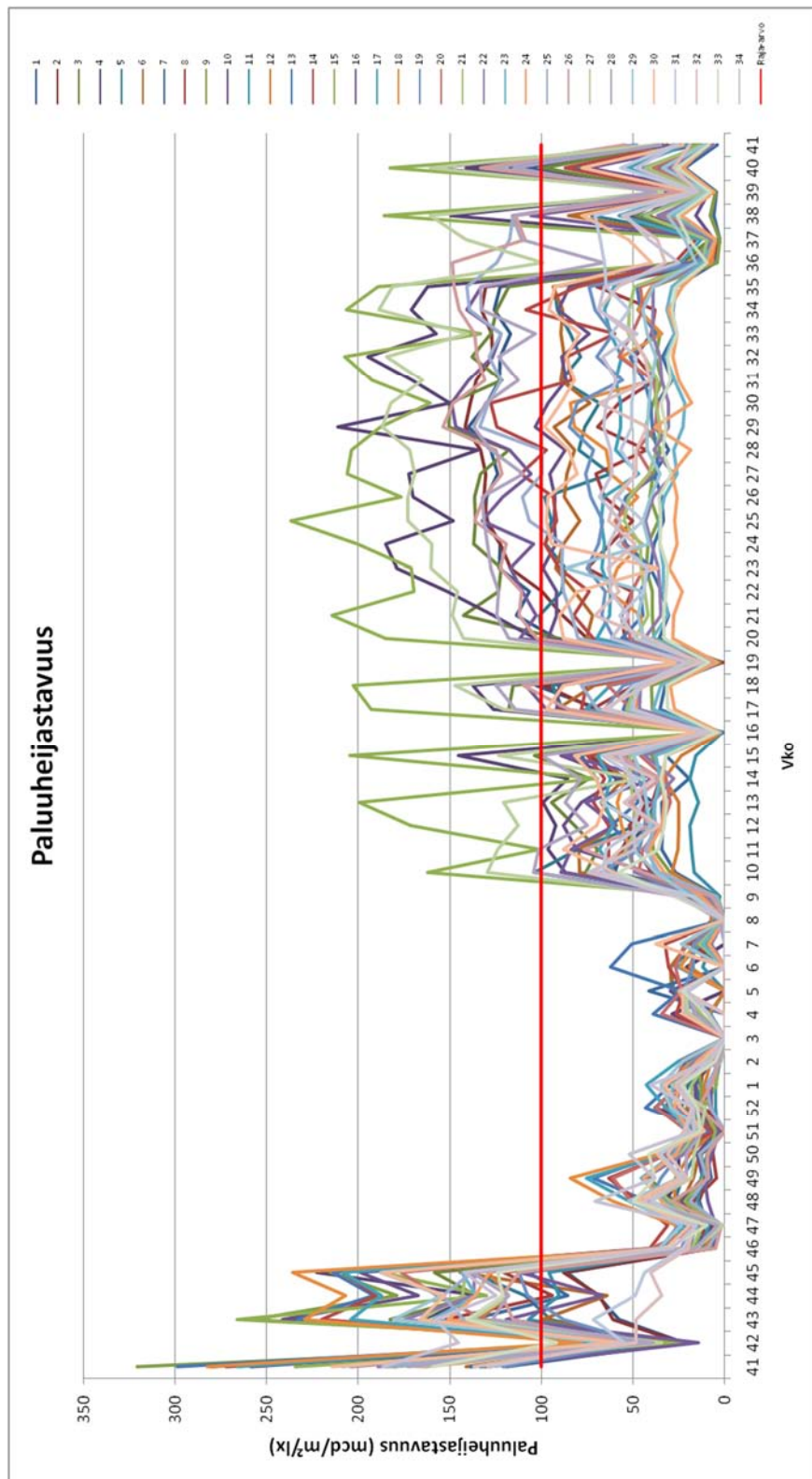
4 Tulokset

4.1 *Paluuheijastavuusmittaukset*

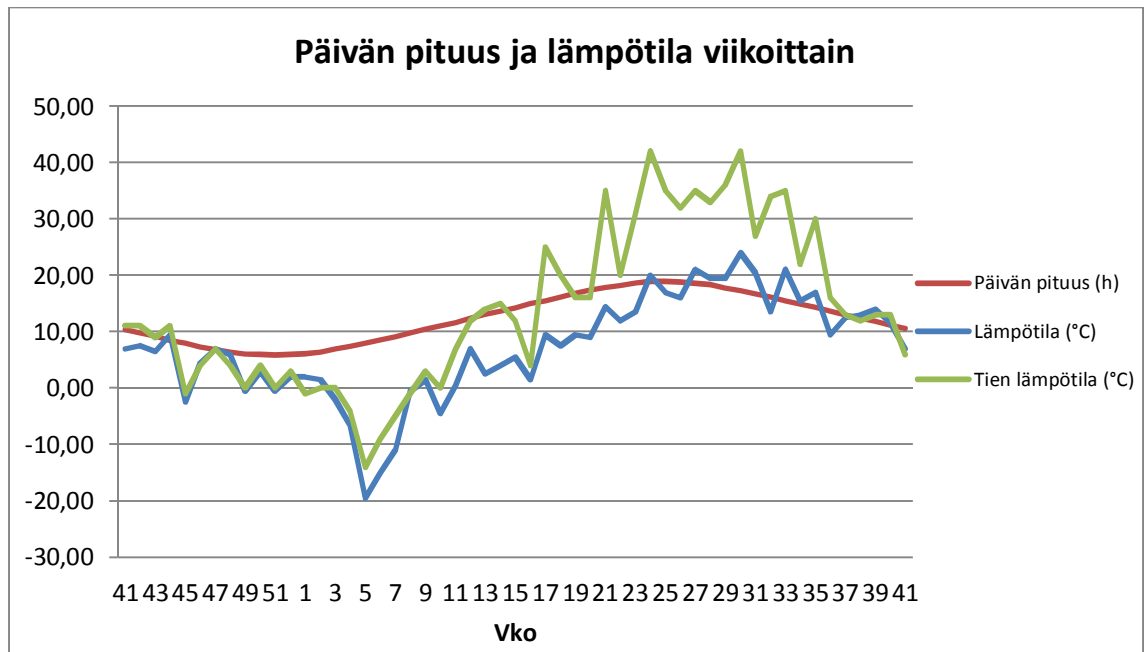
Paluuheijastavuusmittauksia tehtiin vuoden ajan kerran viikossa KT51:llä ja MT1521:llä. Alla on esitetty tuloksia saaduista mittauksista. Osa saadusta mittaustuloksista on liitteissä.

4.1.1 KT51

Liitteessä 4 on esitetty jokaisen pisteen viikoittainen paluuheijastavuustulos ja liitteen taulukossa on värein pyritty havainnollistamaan tiettyjen raja-arvojen ylityksiä. Vihreä on ≥ 100 , keltainen on ≥ 90 , oranssi on ≥ 80 ja punainen on ≥ 70 mcd/m²/lx. Kuvassa 25 on esitetty paluuheijastavuusarvojen kehitys koko mittausjakson ajalta. Lämpötilat ja päivien pituudet, jotka on laskettu vantaaweather.infon Auringon nousu- ja laskuaikalaskimella, on esitetty kuvassa 26. Liitteessä 8 on esitetty yhteenveto kunkin mittauspäivän mittaustuloksista ja tarkemmat tiedot kyseisestä mittauspäivästä.



Kuva 25. Kaikkien mittauspisteiden paluuheijastavuuden kehitys KT51:llä (spraymassa).

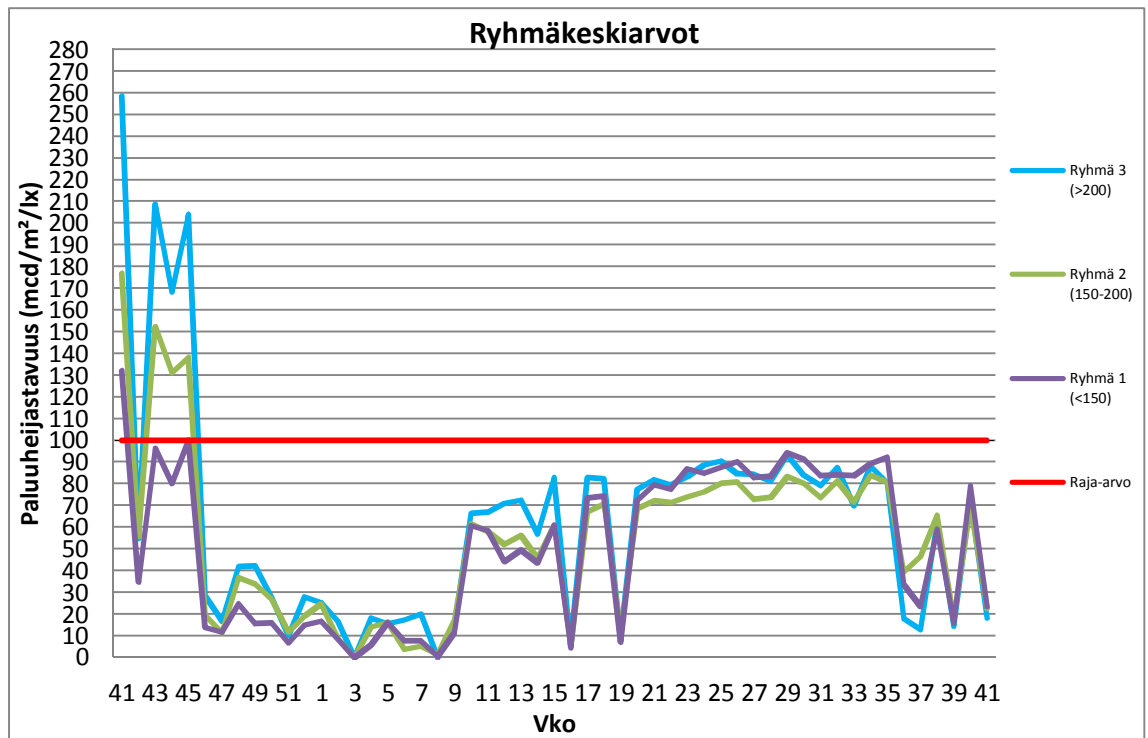


Kuva 26. Päivän pituudet ja lämpötilat KT51:llä.

Kaikki 34 pistettä jaettiin kolmeen ryhmään ensimmäisen mittauskerran paluuheijastavuustulosten perusteella. Ryhmät olivat seuraavat:

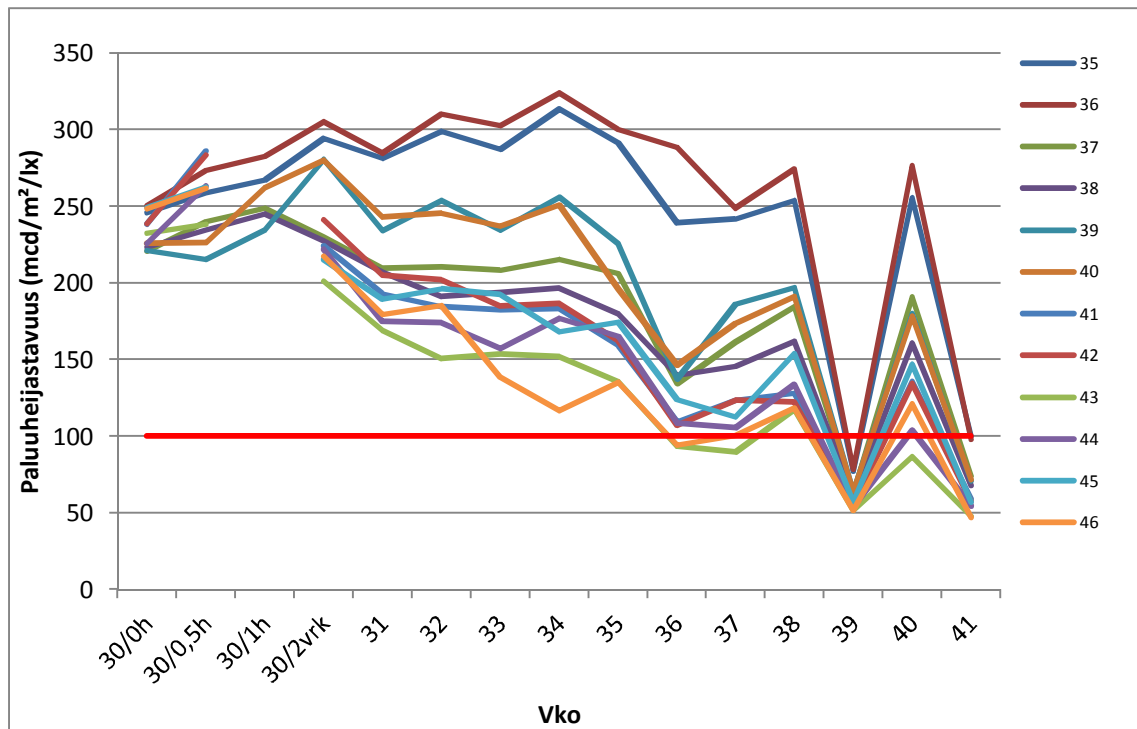
- Ryhmä 1: Paluuheijastavuusarvo $< 150 \text{ mcd/m}^2/\text{lx}$ (Kuva 33)
- Ryhmä 2: Paluuheijastavuusarvo $150 - 200 \text{ mcd/m}^2/\text{lx}$ (Kuva 34)
- Ryhmä 3: Paluuheijastavuusarvo $> 200 \text{ mcd/m}^2/\text{lx}$ (Kuva 35)

Kuvaajassa 27 on esitetty kaikkien yllä esitettyjen ryhmien paluuheijastavuuskeskiarvojen kehitys.



Kuva 27. Paluuheijastavuuksien ryhmäkeskiarvot KT51 (spraymassa).

KT51:llä otettiin tarkasteltavaksi 12 uutta pistettä vuonna 2012 viikolla 30. Mittaukset tehtiin kerran viikossa ja ne jatkuivat viikolle 41/2012 saakka. Liitteessä 5 on esitetty jokaisen pisteen viikoittainen paluuheijastavuustulos ja kuvassa 28 on esitetty paluuheijastavuusarvojen kehitys koko mittausjakson ajalta. Kuvaajasta on huomioitava, että mittausten aloitusviikolla otettiin mittaukset neljään kertaan. Ensimmäinen mittaus tehtiin heti merkinnän teon jälkeen, toinen puolen tunnin päästä, kolmas tunnin päästä ja neljäs kahden vuorokauden päästä. Tällä haluttiin tarkastella tuoreen merkinnän paluuheijastavuuden kehitystä.



Kuva 28. KT51:n uusien pisteiden (spraymassa) paluuheijastavuuksien kehitys.

Kosteutta mitattiin viikoittain jokaisesta pisteestä pintakosteusmittarilla (MC-7825S). Pintakosteusmittarin lisäksi kosteutta pyrittiin määrittämään silmämääräisesti seuraavalla asteikolla:

- kuiva
- kostea/vähän kostea
- vähän märkä
- märkä/loskainen/luminen

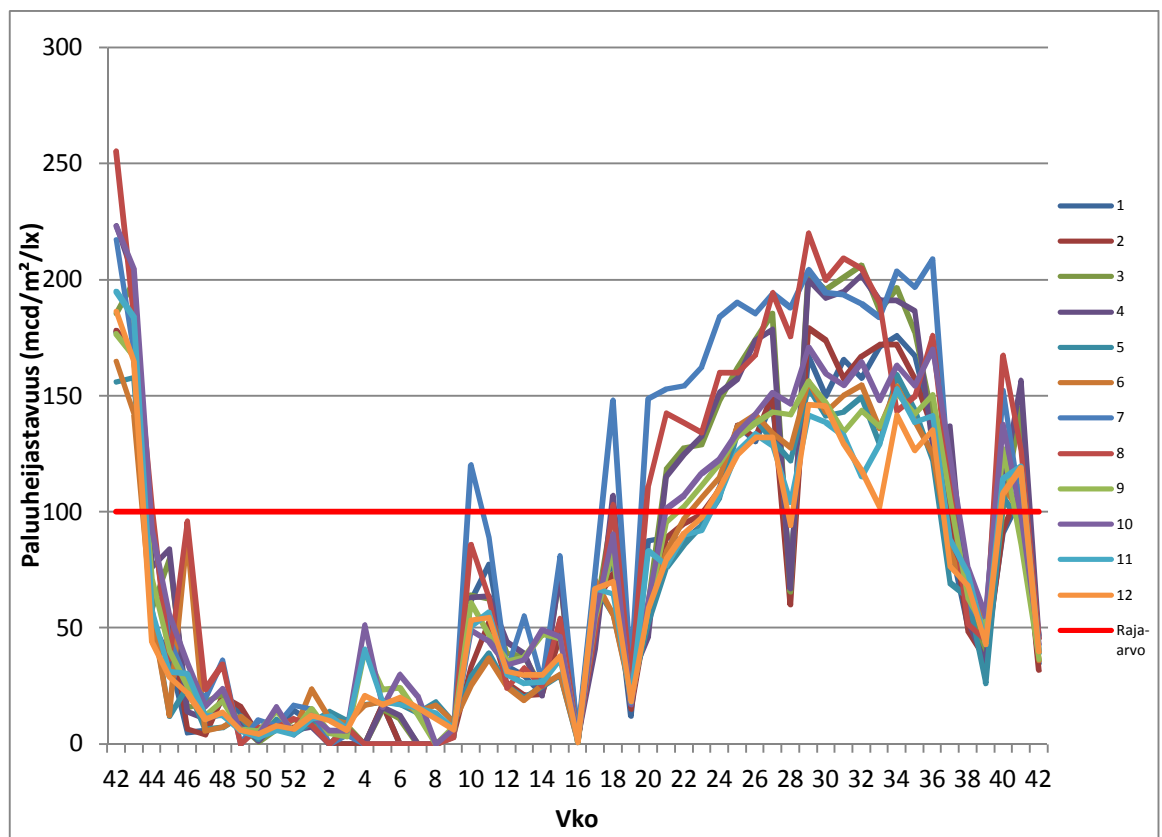
Silmämääräisen arvioinnin ja kosteusmittarilla mitatun kosteuden yhteys paluuheijastavuuteen on kuvattu taulukossa 9 (KT51).

Taulukko 9. Kosteudet ja paluuheijastavuuksien keskiarvot viikoittain.

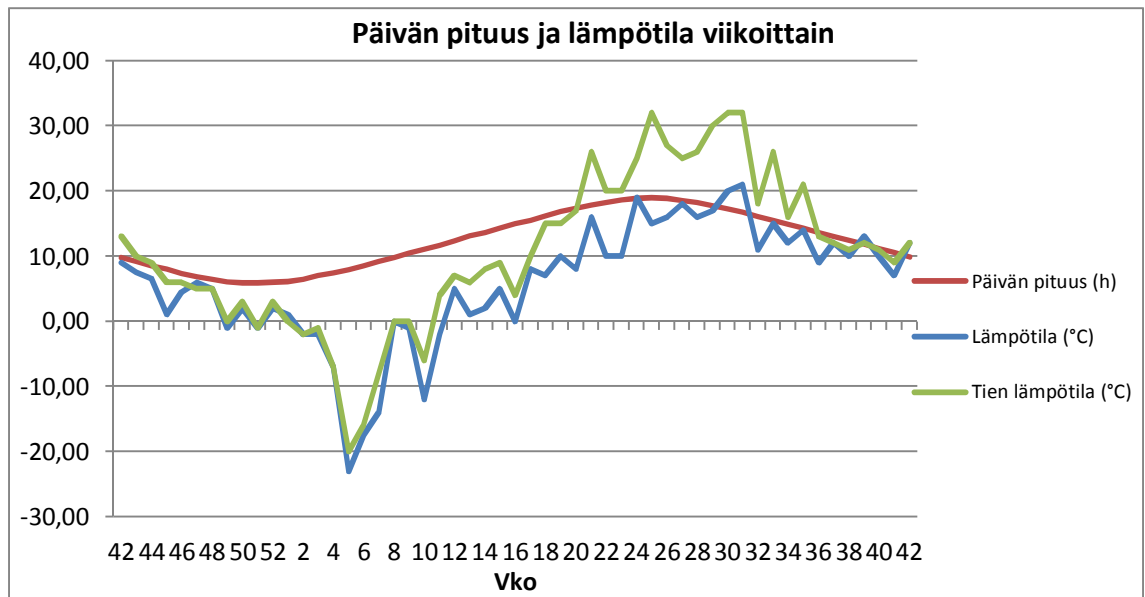
Vko	Olosuhteet	Kosteus (%)	Paluuheijastavuus
41	Kuiva		187
42	Kostea		48
43	Kuiva	11,9	151
44	Kuiva	10,5	125
45	Kuiva	11,1	146
46	Vähän märkä	34,8	20
47	Märkä	50,0	13
48	Kostea	24,2	34
49	Kostea	33,8	30
50	Vähän märkä	19,7	23
51	Luminen	50,0	9
52	Kostea	18,4	21
1	Kostea	38,5	22
2	Vähän märkä	48,5	11
3	Luminen	50,0	0
4	Luminen/jäinen	32,7	13
5	Luminen/jäinen	28,6	16
6	Jäinen	34,0	9
7	Luminen/jäinen	33,2	11
8	Loskainen	50,0	1
9	Märkä	50,0	14
10	Pölyinen/likainen	13,3	63
11	Pölyinen/likainen	13,6	61
12	Pölyinen/likainen	13,9	55
13	Pölyinen/likainen	13,4	59
14	Pölyinen/likainen	14,4	48
15	Pölyinen/likainen	12,0	68
16	Märkä	50,0	5
17	Kuiva	11,2	75
18	Kuiva	10,6	76
19	Märkä	31,2	9
20	Kuiva	10,8	73
21	Kuiva	11,4	78
22	Kuiva	9,5	76
23	Kuiva	7,6	82
24	Kuiva	7,3	83
25	Kuiva	6,1	86
26	Kuiva	9,7	85
27	Kuiva	9,9	80
28	Kuiva	8,9	80
29	Kuiva	7,6	91
30	Kuiva	7,5	85
31	Kuiva	9,1	79
32	Kuiva	10,1	84
33	Kuiva	10,4	75
34	Kuiva	10,0	87
35	Kuiva	10,5	85

4.1.2 MT1521

Liitteessä 6 on esitetty taulukko jokaisen pisteen viikoittaisesta paluuheijastavuustuloksesta ja liitteen taulukossa on värein pyritty havainnollistamaan tiettyjen raja-arvojen ylityksiä. Vihreä on ≥ 100 , keltainen on ≥ 90 , oranssi on ≥ 80 ja punainen on ≥ 70 mcd/m²/lx. Kuvassa 29 on esitetty paluuheijastavuusarvojen kehitys koko mittausjakson ajalta. Lämpötilat ja päivien pituudet on esitetty kuvassa 30. Liitteessä 9 on esitetty kunkin mittauspäivän jokainen mittaustulos ja tarkemmat tiedot kyseisestä mittauspäivästä.

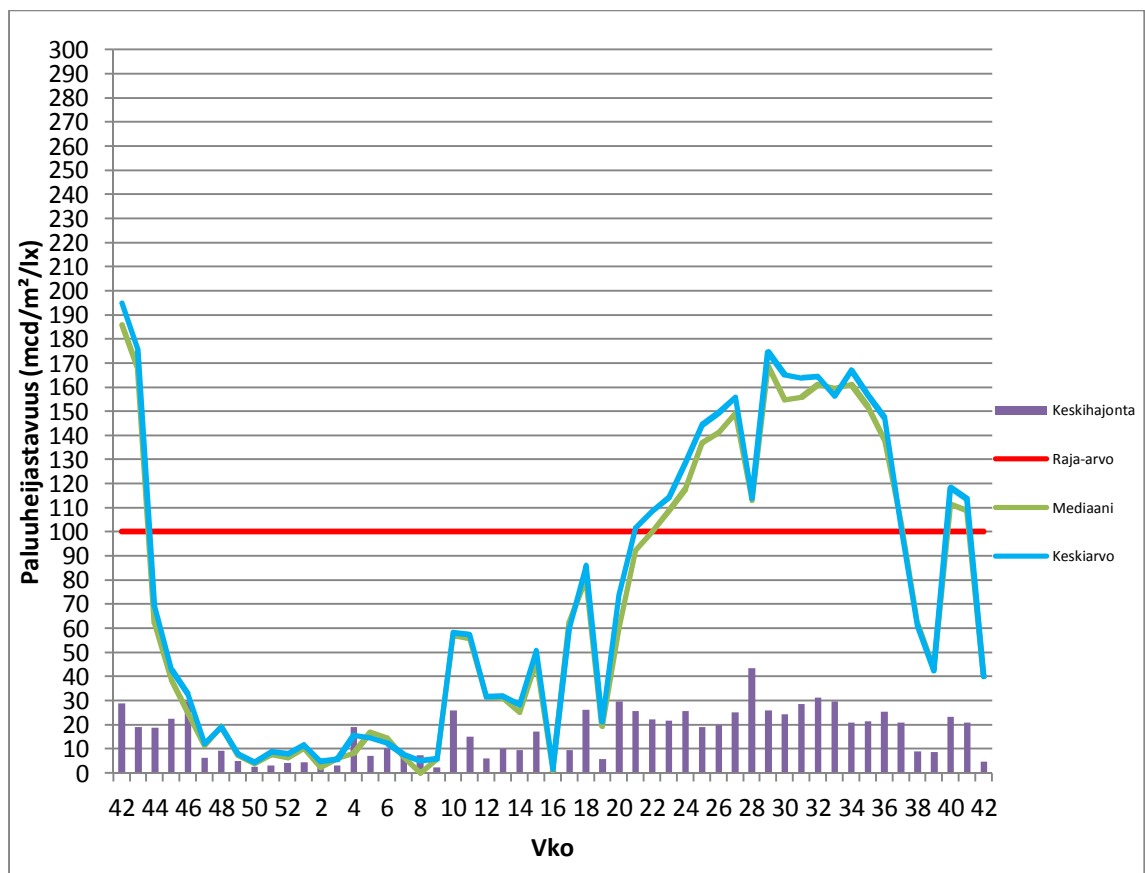


Kuva 29. Kaikkien pisteiden paluuheijastavuuksien kehitys MT1521:llä (valumassa).



Kuva 30. Päivän pituudet ja lämpötilat MT1521:llä.

MT1521:n kaikkien 12 pisteen viikoittaiset paluuheijastavuuskeskiarvot koottiin samaan kuvaajaan 31. Kyseisessä kuvaajassa on esitetty lisäksi mediaanit ja keskihajonnat.



Kuva 31. Paluuheijastavuuden keskiarvot, mediaanit ja keskihajonnat MT1521:llä (valumassa).

Kosteutta mitattiin viikoittain jokaisesta pisteestä pintakosteusmittarilla (MC-7825S). Pintakosteusmittarin lisäksi kosteutta pyrittiin määrittämään silmämääräisesti samalla asteikolla kuin KT51:llä.

Silmämääräisen arvioinnin ja kosteusmittarilla mitatun kosteuden yhteys paluuheijastavuuteen on kuvattu taulukossa 10 (MT1521).

Taulukko 10. Kosteudet ja paluuheijastavuuksien keskiarvot viikoittain.

Vko	Olosuhteet	Kosteus	Paluuheijastavuus
42	Kuiva		195
43	Kuiva	10,4	176
44	Kostea	10,2	69
45	Kostea	18,7	43
46	Vähän märkä	20,6	33
47	Vähän märkä	42,2	12
48	Kostea	22,5	19
49	Loskainen	50,0	8
50	Märkä	21,1	4
51	Kostea	50,0	9
52	Märkä	19,3	8
1	Kostea	44,9	12
2	Loskainen	50,0	5
3	Loskainen	50,0	6
4	Jäinen	37,0	16
5	Jäinen	20,1	15
6	Jäinen	17,4	13
7	Jäinen/luminen	36,1	8
8	Loskainen	50,0	5
9	Märkä	50,0	6
10	Pölyinen/likainen	12,4	58
11	Pölyinen/likainen	13,3	57
12	Vähän kostea	14,0	32
13	Vähän kostea	13,6	32
14	Vähän kostea	19,2	29
15	Pölyinen/likainen	11,2	51
16	Märkä	50,0	2
17	Vähän kostea	11,7	61
18	Kuiva	11,3	86
19	Vähän märkä	16,2	21
20	Kostea	10,9	74
21	Kuiva	11,5	102
22	Kuiva	10,5	109
23	Kuiva	8,9	114
24	Kuiva	6,8	129
25	Kuiva	8,2	144
26	Kuiva	8,7	149
27	Kuiva	8,2	156
28	Kuiva	11,7	114
29	Kuiva	7,9	175
30	Kuiva	8,3	165
31	Kuiva	9,1	164
32	Kuiva	10,1	164
33	Kuiva	10,6	156
34	Kuiva	10,1	167
35	Kuiva	9,6	157
36	Kuiva	10,0	147

4.2 Kulumisen vaikutus paluuheijastavuuteen

Kulumisen vaikutusta paluuheijastavuuteen seurattiin valokuvaamalla pisteet viiden viikon välein. Kohteita ei kuvattu, jos merkintä oli piilossa lumen tai loskan alla. Kuvia vertailtiin paluuheijastavuus-kuvaajaan ja kuvien avulla pyrittiin selittämään käyrän käyttäytymistä. Kappaleessa 5.3 on esitetty muutamia eri pisteistä otettuja kuvasarjoja, joista voi hyvin nähdä merkintöjen kulumisen. Kuvien ohessa on myös kerrottu kyseiseltä viikolta mitattu paluuheijastavuusarvo. Lisäksi muutamia pisteitä kuvattiin luupin avulla. Se suurentaa kuvan 8-kertaiseksi. Tällä pyrittiin havainnollistamaan merkinnässä olevia ja siitä poislähteneitä lasihelmiä.

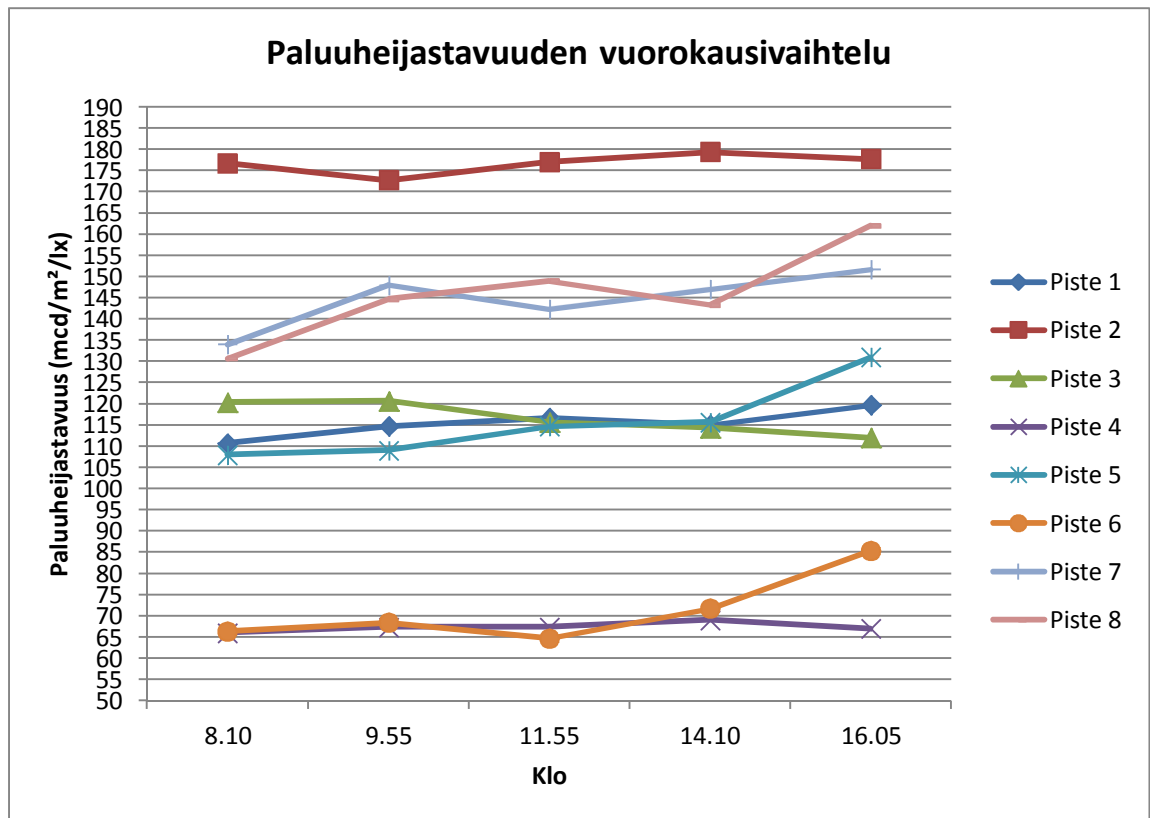
4.3 Vuorokaudenajan vaikutus paluuheijastavuuteen

Vuorokaudenajan vaikutusta paluuheijastavuuteen haluttiin myös selvittää, koska kokeilemalla mitata paluuheijastavuutta aamulla ja iltapäivällä samasta kohteesta ilmeni, että paluuheijastavuusarvoissa saattoi olla isoja eroja. Vuorokaudenajan vaikutusta kokeiltiin sekä KT51:llä että Pasilassa Veturitiellä. KT51:llä mittaus suoritettiin viikkojen 42/2011 ja 35/2012 välisenä aikana mittaamalla mittauskierroksen ensimmäiset kaksi pistettä uudelleen mittauskierroksen päätteeksi. Mittauksia tehtiin koko vuoden ajan, lukuun ottamatta muutamia talviviikkoja, jolloin pysähtyminen mittauspisteelle ei ollut turvallista tien reunoilla olleiden lumivallien takia. Myös muutaman kerran sääolot olivat muuttuneet niin paljon aamun ja iltapäivän välillä, että pisteitä ei mitattu toista kertaa. Näitä mittauksia vertailtiin keskenään ja tulokset on esitetty liitteessä 7.

Pasilassa Veturitiellä testattiin 13.6.2012 vuorokaudenajan vaikutusta paluuheijastavuuteen mittaamalla kahdeksaa eri pistettä kahden tunnin välein klo 8-16. Tiemerkinnot olivat jokaisella mittauskerralla kuivia. Yhteenveto mittauksista on esitetty taulukossa 11 ja kuvaajassa 32.

Taulukko 11. Yhteenveto Veturitiellä mitatuista paluuheijastavuuksista.

mcd/m ² /lx	Klo ja lämpötila					Muutossuhde
	8.10 (15°C)	9.55 (18°C)	11.55 (18°C)	14.10 (18°C)	16.05 (18°C)	
Piste						
1	111	115	117	115	120	1,081
2	177	173	177	179	178	1,006
3	120	121	116	114	112	0,931
4	66	67	67	69	67	1,015
5	108	109	115	116	131	1,213
6	65	66	68	72	85	1,320
7	134	148	142	147	152	1,132
8	131	145	149	143	162	1,240



Kuva 32. Yhteenveto Veturitiellä mitatuista paluuheijastavuuksista.

4.4 Merkinnän harjauksen vaikutus paluuheijastavuuteen

Sekä KT51:llä että MT1521:llä selvitettiin tiemerkinnän harjauksen vaikutusta paluuheijastavuuteen. KT51:llä valittiin kaksi pistettä ja MT1521:llä yksi piste, joita seurattiin. KT51:llä pisteitä seurattiin seitsemän viikon ajan ja MT1521:llä kuuden viikon ajan. Pisteessä H1 tiemerkintämateriaali oli uutta tiemerkintäkoekilumassaa. H2-piste oli materiaaliltaan spraymassaa ja H3-piste valumassaa. Harjauksen vaikutusta selvitettiin mittaamalla tietystä pisteestä ensin paluuheijastavuus kolmen mittauksen keskiarvona, minkä jälkeen piste harjattiin. Tämän jälkeen paluuheijastavuusmittaus suoritettiin uudelleen kolmen mittauksen keskiarvona ja vertailtiin tuloksia keskenään. Tulokset on esitetty taulukossa 12.

Taulukko 12. Harjauksen vaikutus paluuheijastavuuteen (mcd/m²/lx).

Piste H1	Ennen	Jälkeen	Erotus	Muutossuhde
20.6.	142	113	-29	0,796
29.6.	144	120	-24	0,833
6.7.	129	116	-13	0,899
12.7.	137	123	-14	0,898
20.7.	144	133	-11	0,924
27.7.	142	136	-6	0,958
3.8.	138	123	-15	0,891

Piste H2	Ennen	Jälkeen	Erotus	Muutossuhde
20.6.	161	126	-35	0,783
29.6.	143	134	-9	0,937
6.7.	123	129	6	1,049
12.7.	168	143	-25	0,851
20.7.	166	160	-6	0,964
27.7.	164	160	-4	0,976
3.8.	119	130	11	1,092

Piste H3	Ennen	Jälkeen	Erotus	Muutossuhde
29.6.	188	114	-74	0,606
6.7.	209	153	-56	0,733
12.7.	195	148	-47	0,759
20.7.	224	172	-52	0,768
27.7.	220	192	-28	0,873
3.8.	219	164	-55	0,749

4.5 Kamflex ja Drop-on-line - merkintöjen paluuheijastavuusmittaukset

Kamflex merkintää käytiin mittaamassa 13.11.2011 VT1:n ja Saukkolaan menevän tien eritasoliittymässä. Mittauksissa vertailtiin keskenään paluuheijastavuusarvoja tavallises- ta massamerkinnästä, leveästä massamerkinnästä, Kamflex-merkinnän yhtenäisestä osasta ja Kamflex-merkinnän sakaraosasta. Saadut tulokset on esitetty taulukossa 13.

Taulukko 13. Paluuheijastavuusmittauksia massaviiva vs. Kamflex (mcd/m²/lx).

	Uusi leveä massaviiva	Kapea massaviiva	Kamflex	Kamflex sakarakohta	Olosuhteet
Mittaus 1	21	2	4	20	Märkä 5°C
Mittaus 2	20	1	4	16	Märkä 5°C
Mittaus 3	21	1	9	21	Märkä 5°C
Mittaus 4	24	1	3	26	Märkä 5°C
Mittaus 5	26	5	2	16	Märkä 5°C
Mittaus 6	25	5	3	16	Märkä 5°C
Mittaus 7		4			Märkä 5°C
Keskiarvo	23	3	4	19	Märkä 5°C
Keskihajonta	2,5	1,9	2,5	4,0	

Drop-on-line -merkintää käytiin mittaamassa VT9:llä ensiksi 22.12.2011 ja uudelleen 17.4.2012. Mittauksissa vertailtiin paluuheijastavuusarvoja Drop-on-linestä, joka on tehty normaalisti päällysteen päälle tai joka on tehty sinijyrsintään. Drop-on-linen tulok- sia vertailtiin lisäksi tavalliseen merkintään, joka on päällysteen päällä tai sinijyrsinnäs- sä. Paluuheijastavuuksia mitattiin satunnaisista kohdista ja niistä laskettiin keskiarvot ja keskihajonnat. Tulokset on esitetty taulukossa 14.

Taulukko 14. Paluuheijastavuusmittauksia Drop-on-linestä ja massamerkinnästä ilman jysintää ja sinijysinnästä (mcd/m²/lx).

22.12.2011	Massamerkintä	Massamerk. sinijyr.	Drop-on-line	Drop-on-line sinijyr.	Olosuhteet
Mittaus 1	25	20	21	26	Kostea -1°C
Mittaus 2	26	20	24	30	Kostea -1°C
Mittaus 3	26	24	26	34	Kostea -1°C
Mittaus 4	22	25	25	36	Kostea -1°C
Mittaus 5	26	26	21	29	Kostea -1°C
Keskiarvo	25	23	23	31	Kostea -1°C
Keskihajonta	1,7	2,5	2,3	3,8	
17.4.2012					
Mittaus 1	5	5	19	27	Märkä 1°C
Mittaus 2	7	11	27	34	Märkä 1°C
Mittaus 3			33	34	Märkä 1°C
Keskiarvo	6	8	26	32	Märkä 1°C
Keskihajonta	1,4	4,2	7,0	4,0	

5 Tulosten analysointi

Paluuheijastavuuteen vaikuttavia asioita selvitettiin kirjallisuuden ja maastomittausten avulla. Paluuheijastavuuskuvaajan käyttäytymistä pyrittiin selittämään sääolojen, merkinnän kulumisen ja muiden seikkojen perusteella. Lisäksi saatuja tuloksia verrattiin aikaisempiin tutkimuksiin.

5.1 *Paluuheijastavuusmittaukset KT51*

Paluuheijastavuusmittaukset aloitettiin KT51:llä viikolla 41 vuonna 2011. Mittauspisteitä oli yhteensä 34. Pisteistä 28 oli vuonna 2011 spraymassalla korjattuja merkintöjä. Pisteet 1 ja 2 olivat vuonna 2009 tehtyä kokeilussa olevaa merkintämassaa. Pisteet 15 ja 16 olivat vanhempia spraymerkintöjä, joiden tarkkaa tekopäivää ei pystytty selvittämään. Pisteet 25 ja 26 olivat vanhempaa valumassamerkintää. Mittaukset suoritettiin viikoittain keskiviikkona, torstaina tai perjantaina klo 9-14. Mittauspäivä valittiin satumanvaraisesti. Kosteudella havaittiin olevan suurin vaikutus paluuheijastavuusarvoihin. Jos tie oli kostea tai märkä, paluuheijastavuus oli selvästi pienempi kuin kuivalla säällä.

Ensimmäisellä mittausviikolla (vko 41/2011) kaikki pisteet olivat yli vaaditun raja-arvon 100 mcd/m²/lx. Kyseisellä viikolla pisteet 31 ja 32 olivat myös viimeistä kertaa yli vaaditun raja-arvon. Tästä viikosta eteenpäin kyseiset pisteet olivat joko kosteita tai jo niin kuluneita, että niiden paluuheijastavuusarvot eivät enää nousseet riittävälle tasolle. Seuraavalla viikolla 42 vain yksi pisteistä (34) oli yli raja-arvon. Sääolot olivat kyseisellä viikolla kosteat, paitsi pisteessä 34, jossa piste oli vain vähän kostea. Tämä selittää pisteen 34 raja-arvon ylityksen. Viikolla 43 tien pinta oli kuiva, lukuun ottamatta pisteitä 1 ja 2, joissa paluuheijastavuusarvot olivat selvästi alle raja-arvon. Tällä viikolla piste 11 oli viimeistä kertaa koko mittausjakson aikana yli vaadittavan raja-arvon. Pisteet 11 ja 12 sijaitsivat sisäkaarteissa, missä ajoura leikkasi merkinnän päältä. Tämä aiheutti merkinnän nopean kulumisen, mikä myös laski paluuheijastavuusarvoja.

Viikot 44 ja 45 olivat kuivia ja myös paluuheijastavuusarvot olivat pääsoin selvästi yli raja-arvon. Muutamat pisteet olivat alle raja-arvon viikolla 44. Tämän selittää pieni kosteus ja/tai lika, jota oli merkinnän päällä. Viikko 45 oli käänteentekevä, koska sillä viikolla iso osa pisteistä oli viimeistä kertaa koko mittausjakson aikana yli 100 mcd/m²/lx. Nämä pisteet olivat 6-9, 12, 13, 17-24, 29, 30, 33 ja 34. Näitä pisteitä oli siis yhteensä jopa 18. Kaikissa yllä mainituissa pisteissä merkintämateriaali oli spraymassaa. Kyseiset pisteet kuluivat talven aikana siihen kuntoon, että ne eivät enää heijastaneet keväällä tai kesällä, vaikka tie olisi ollut kuiva. Kulumista aiheutti nastarengaskulutus sekä auraus. Näiden pisteiden alla ei myöskään ollut tarpeeksi hyvää vanhaa merkintää, joka olisi heijastanut keväällä uusimman merkinnän kuluttua pois.

Viikoilla 46/2011 - 9/2012 pisteet olivat kauttaaltaan kosteita, märkiä, loskaisia tai lumisia, jolloin myös paluuheijastavuusarvot olivat pieniä. Muutamia pieniä nousuja tapahtui näiden viikkojen välissä, jolloin pisteet olivat vain kosteita eivätkä märkiä. Kuitenkaan näinäkään viikkoina paluuheijastavuudet eivät nousseet missään pisteessä yli raja-arvon. Näiden viikkojen aikana viivat olivat joskus kokonaan lumen tai loskan peitossa, jolloin pisteitä ei voitu mitata ja paluuheijastavuusarvoiksi merkittiin 0 mcd/m²/lx. Viikoilla 4-7 tien pinta oli osittain jäinen, jolloin paluuheijastavuuksissa tapahtui pientä nousua verrattuna kosteisiin ja märkiin oloihin. Tämän perusteella huomattiin, että jäinen pinta heijastaa paremmin kuin kostea tai märkä.

Viikolla 10 tapahtuivat ensimmäiset raja-arvon ylitykset talven jälkeen. Ylityksiä oli yhteensä neljä kappaletta ja ne tapahtuivat pisteissä 5, 15, 27 ja 28. Pisteet 5 ja 15 olivat materiaaliltaan sprayta. Piste 5 nousikin tämän viikon jälkeen enää yli 100 mcd/m²/lx vain kaksi kertaa viikoilla 20 ja 21. Tämä johtui joko kosteudesta tiellä tai sitten kuivalta kelillä merkinnän kulumisesta. Piste 15 sijaitsee linja-autopysäkin taskussa, johon nastarengas- tai aurauskulutus ei oikeastaan aiheudu. Tämä selittää kyseisen pisteen paremman paluuheijastavuuden verrattuna muihin spraypisteisiin. Pisteiden 27 ja 28 raja-arvon ylitykset selittää verrattuna muihin spraypisteisiin spraymerkinnän alla ollut vanha valumassamerkintä, joka oli hyvässä kunnossa. Pisteet 27 ja 28 olivat viikosta 10 eteenpäin yli vaaditun raja-arvon koko mittausjakson loppuun asti, jos ei oteta huomioon kosteita tai märkiä sääoloja.

Seuraavat uudet raja-arvon ylitykset talven jälkeen, lukuun ottamatta pisteitä 15, 27 ja 28, tapahtuivat vasta viikolla 15, jolloin pisteet 3 ja 4 antoivat paluuheijastavuusarvoiksi 104 ja 145. Kyseisillä pisteillä havaittiin sama ilmiö kuin pisteillä 27 ja 28 eli vuonna 2011 tehty spraymassamerkintä oli kulunut pois ja merkinnän alla ollut vanha valumassamerkintä tuli esiin. Vanha valumassamerkintä oli sen verran hyvässä kunnossa, että sen paluuheijastavuus oli koko lopputarkastelujakson yli 100 mcd/m²/lx lukuun ottamatta kosteita tai märkiä oloja.

Pisteiden 11 ja 12 todettiin olevan kokonaan kuluneita viikolla 17, koska kyseisissä pisteissä ei ollut enää lainkaan merkintää jäljellä. Näitä pisteitä ei mitattu enää tästä viikosta eteenpäin.

Viikolla 18 kolme uutta pistettä ylitti raja-arvon. Nämä pisteet olivat 1, 16 ja 26. Piste 1 oli uutta kokeilumateriaalia, piste 16 linja-autopysäkin taskussa oleva piste (kuten piste 15) ja piste 26 spraymerkintää, jonka kuluttua pois, alta paljastui vanha paluuheijastavuuden kannalta riittävässä kunnossa ollut valumassamerkintä. Myös nämä pisteet säilyttivät riittävän paluuheijastavuuden tarkastelujakson loppuun asti, pois lukien kosteat ja märät olot.

Loput pisteet, jotka eivät vielä talven jälkeen olleet ylittäneet raja-arvoa, olivat pisteet 2, 14 ja 25. Tässä ei ole siis otettu huomioon jo aiemmin mainittuja pisteitä, jotka eivät ylittäneet raja-arvoa kertaakaan talven jälkeen. Piste 2 ylitti raja-arvon ensimmäisen kerran viikolla 22. Tämän pisteen merkintä oli kokeilumateriaalia. Piste 25 ylitti raja-arvon viikolla 25, jolloin spraymassan alla ollut vanha massamerkintä alkoi vaikuttaa paluuheijastavuuteen. Piste 14 oli pisteiden 5 ja 10 lisäksi ainoa spraymerkintäpiste, joka ylitti raja-arvon talven jälkeen satunnaisesti muutamaan otteeseen. Kyseiset pisteet olivat kunnoltaan vähän parempia verrattuina muihin spraypisteisiin ja niiden paluuheijastavuusarvot vaihtelivat kuivalla tiellä raja-arvon molemmiin puolin. Kosteuden lisäksi kyseisten pisteiden raja-arvon ylityksiin ja alituksiin vaikutti tiellä ollut lika ja pöly.

Pisteiden raja-arvon ylitykset selvitettiin pistekohtaisesti. Lisäksi selvitettiin kerrat, jolloin paluuheijastavuus oli ≥ 90 , 80 ja 70 mcd/m²/lx. Tällä haluttiin selvittää, onko nykyinen paluuheijastavuuden raja-arvo tarkoituksenmukainen ja kuinka paljon enemmän raja-arvon ylityksiä tulisi, jos raja-arvoa laskettaisiin. Taulukossa 15 on laskettu viikoittaiset raja-arvon ylitykset (viikkojen määrät ja prosenttiosuudet) eri raja-arvoille. Kuten taulukosta nähdään, raja-arvon laskemisella tai nostamisella olisi suuri vaikutus raja-arvon ylitysten lukumäärään. Keskihajonnan perusteella voidaan todeta, että pistejoukko on erittäin heterogeeninen. Osa pisteistä on kulunut huomattavasti enemmän kuin toiset ja tämä näkyy nimenomaan keskihajonnassa. Kyseinen ilmiö tulee esille etenkin kuivalla kelillä. Osa pisteistä on yli vaadittavan raja-arvon, mutta suuri osa pisteistä antaa huonompia arvoja johtuen merkintöjen kulumisesta.

Pistejoukossa on paljon pisteitä, jotka eivät talven jälkeen yllä aivan nykyiseen raja-arvoon, vaan jäävät hiukan alle. Nämä pisteet eivät kuitenkaan ole vielä kokonaan poiskuluneita, vaan antavat kohtalaisia paluuheijastavuuksia. Jos raja-arvoa nostettaisiin tai laskettaisiin, suurimmat muutokset raja-arvon ylityksissä tulisivat pisteissä, joissa kulumista on tapahtunut talven aikana. Pisteissä, jotka ovat selvinneet talvesta riittävässä kunnossa, ei ole niin suurta merkitystä raja-arvon suuruudella. Suomessa raja-arvojen muuttamista ei ole vielä tutkittu riittävästi liikenneturvallisuuden kannalta, mutta sellaista tutkimusta olisi ehkä syytä harkita. Huomionarvoista tuloksissa on etenkin se, että oli vaadittava raja-arvo mikä tahansa ehdotetuista, paluuheijastavuudet ovat lähes kaikissa pisteissä suurimman osan aikaa vuodesta huonoja.

Taulukko 15. Pistekohtaiset raja-arvojen ylitykset. Vasemmalla viikkojen lukumäärä, jolloin ks. raja-arvo on ylittynyt ja oikealla raja-arvon ylityksien prosenttiosuudet.

Piste	KPL					
	120	110	100	90	80	70
1	12	15	18	19	20	21
2	13	15	15	17	19	22
3	17	21	22	25	26	28
4	24	24	25	28	30	30
5	2	2	6	13	20	26
6	2	2	2	7	17	26
7	2	2	3	3	4	4
8	3	3	3	4	4	8
9	4	4	4	4	4	4
10	4	4	5	17	24	27
11	1	1	2	4	4	4
12	3	4	4	4	4	4
13	4	4	4	4	4	5
14	6	7	8	13	18	24
15	28	28	29	29	29	29
16	11	17	22	23	26	27
17	4	4	4	4	4	8
18	4	4	4	4	7	9
19	1	2	3	3	6	13
20	4	4	4	4	4	4
21	4	4	4	4	4	4
22	4	4	4	4	4	4
23	4	4	4	4	4	4
24	4	4	4	4	4	4
25	13	16	19	19	24	25
26	16	22	25	25	26	27
27	28	30	30	31	31	31
28	16	24	28	28	29	31
29	4	4	4	4	5	5
30	4	4	4	12	22	27
31	1	1	1	1	1	3
32	1	1	1	1	1	3
33	4	4	4	5	5	5
34	5	5	5	5	5	7
KA	8	9	10	11	13	15
Keskihajonta	8	9	9	10	11	11

Piste	%					
	120	110	100	90	80	70
1	22,6	28,3	34,0	35,8	37,7	39,6
2	24,5	28,3	28,3	32,1	35,8	41,5
3	32,1	39,6	41,5	47,2	49,1	52,8
4	45,3	45,3	47,2	52,8	56,6	56,6
5	3,8	3,8	11,3	24,5	37,7	49,1
6	3,8	3,8	3,8	13,2	32,1	49,1
7	3,8	3,8	5,7	5,7	7,5	7,5
8	5,7	5,7	5,7	7,5	7,5	15,1
9	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5
10	7,5	7,5	9,4	32,1	45,3	50,9
11	1,9	1,9	3,8	7,5	7,5	7,5
12	5,7	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5
13	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	9,4
14	11,3	13,2	15,1	24,5	34,0	45,3
15	52,8	52,8	54,7	54,7	54,7	54,7
16	20,8	32,1	41,5	43,4	49,1	50,9
17	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	15,1
18	7,5	7,5	7,5	7,5	13,2	17,0
19	1,9	3,8	5,7	5,7	11,3	24,5
20	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5
21	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5
22	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5
23	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5
24	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5
25	24,5	30,2	35,8	35,8	45,3	47,2
26	30,2	41,5	47,2	47,2	49,1	50,9
27	52,8	56,6	56,6	58,5	58,5	58,5
28	30,2	45,3	52,8	52,8	54,7	58,5
29	7,5	7,5	7,5	7,5	9,4	9,4
30	7,5	7,5	7,5	22,6	41,5	50,9
31	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	5,7
32	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	5,7
33	7,5	7,5	7,5	9,4	9,4	9,4
34	9,4	9,4	9,4	9,4	9,4	13,2
KA	14,3	16,3	18,0	20,9	24,4	27,9
Keskihajonta	14,3	16,6	17,9	18,3	19,9	20,9

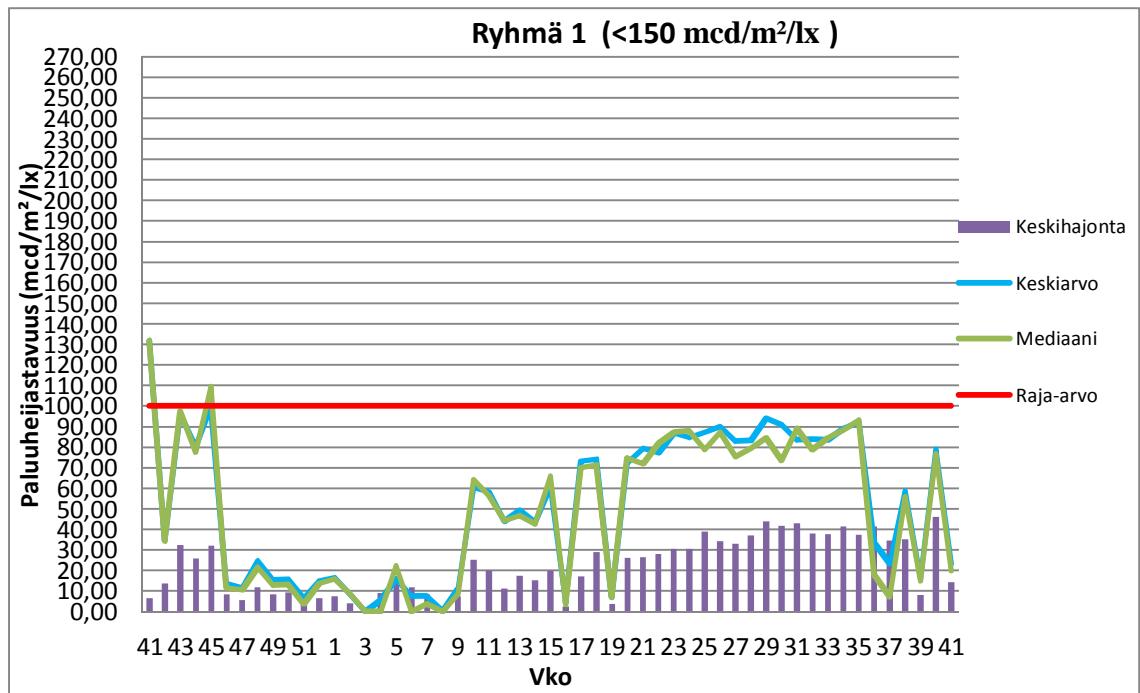
Tämän työn mittauksia varten saatiin mittausdataa Ramboll Finland Oy:n paluuehijastavuusmittauksista KT51:n reunaviivoista keväältä 2011. Mittaukset on tehty 100 metrin osuuksille mobiilimittauksina ja kustakin 100 metristä on laskettu keskiarvo paluuehijastavuudelle. Aineistosta laskettiin prosenttiosuudet eri raja-arvon ylityksille (taulukko 16). Kuten prosenttiosuuksista huomataan, raja-arvon muutoksilla olisi suuri vaikutus raja-arvojen ylityksiin. Nämä prosenttiosuudet eivät kuitenkaan ole vertailukelpoisia taulukossa 15 esitettyihin arvoihin, koska nämä prosenttiosuudet ovat osuuksia koko joukosta, kun taas taulukossa 15 prosenttiosuudet ovat viikkojen osuuksia vuodesta.

Taulukko 16. Raja-arvon ylityksiä KT51:ltä keväältä 2011.

mcd/m²/lx	KPL	%
120	101	24,1
110	141	33,6
100	190	45,2
90	243	57,8
80	287	68,3
70	324	77,0

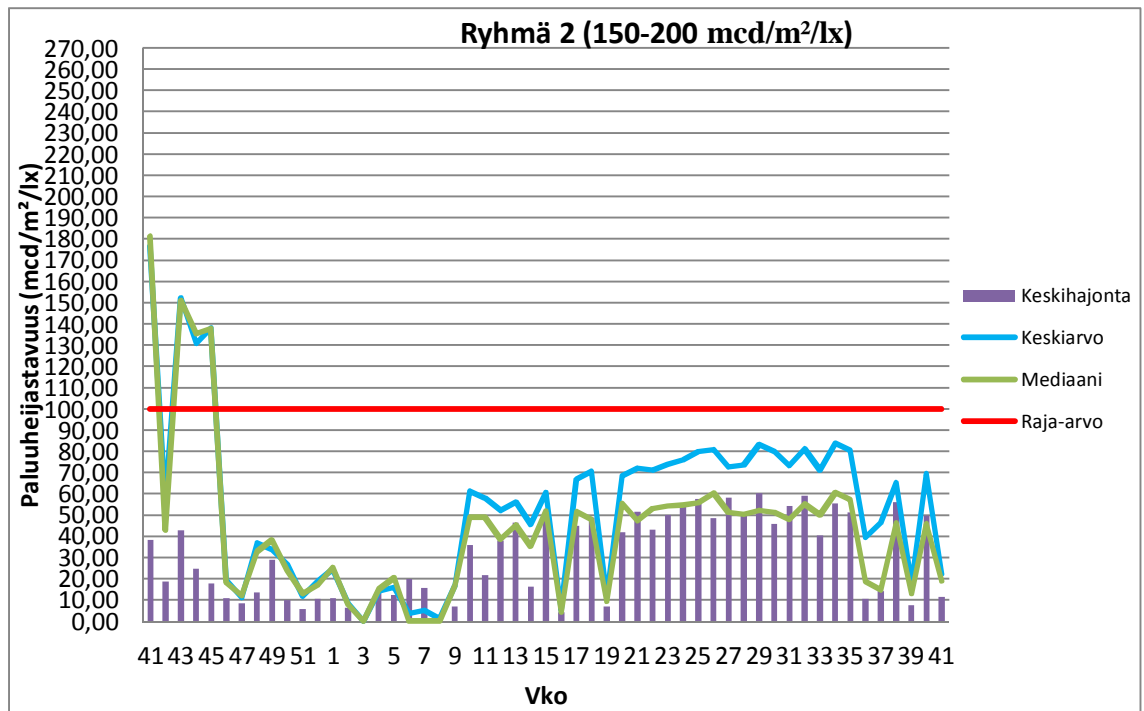
Ryhmäkeskiarvokuvaajasta (kuva 27) havaitaan, että ryhmien suuruusjärjestys pysyy samana oikeastaan aina viikolle 16 asti. Tämän jälkeen kaikkien ryhmien keskiarvot olivat hyvin lähellä toisiaan, suuruusjärjestys vaihteli satunnaisesti. Keskiarvot vaihtelivat kuivissa oloissa kaikilla ryhmillä 70 mcd/m²/lx ja 95 mcd/m²/lx välillä tarkastelujakson loppuun asti. Huippuarvo saavutettiin viikolla 29, jonka jälkeen paluuheijastavuudet pysyivät lähellä huippua aina viikolle 35 asti. Tämän jälkeen paluuheijastavuusarvot pienenevät hiukan myös kuivalla kelillä. Mittausjakson viimeisinä viikkoina tienpinta oli välillä jo niin kostea, että paluuheijastavuusarvot olivat myös pieniä. Loppua kohti kuitenkin mittausjakson alussa pienimpiä paluuheijastavuusarvoja antanut ryhmä antoi suurimpia paluuheijastavuuksia. Tätä selittävät kyseisessä ryhmässä vähemmistössä olleet spraymerkinnät. Ryhmäkohtaisia keskihajontoja tarkastelemalla voidaan todeta talven jälkeisten ryhmäkeskiarvojen suuruusjärjestyksen olevan aikalailla turhaa, koska keskihajonnat ryhmien sisällä ovat niin suuria ryhmien välisten keskiarvojen eroihin verrattuina. Yleisesti ryhmäkeskiarvokuvaajista voidaan todeta spraymerkinnöillä olevan huono kulutuskestävyys, koska ne eivät näytä kestävän talven aikana niihin kohdistuvaa nastarengas- ja aurauskulutusta.

Kuvissa 33-35 on esitetty ryhmäkohtaisten paluuheijastavuusarvojen lisäksi mediaanit ja keskihajonnat. Ryhmä 1:n pisteet olivat mittauksen alussa kaikki alle 150 mcd/m²/lx ja keskiarvon yleinen käyttäytyminen oli muiden ryhmien kanssa hyvin samanlaista. Kun tie on kostea tai märkä, näkyy kuvaajassa (kuva 33) selvä notkahdus paluuheijastavuudessa. Talven jälkeen ryhmä 1 antoi välillä jopa suurempia paluuheijastavuuskeskiarvoja kuin muut ryhmät. Tämä johtui kyseisessä ryhmässä olevista pisteistä, joista kaksi oli uutta kokeilumateriaalia, joka ei kulunut yhtä paljon kuin spraymerkintä. Lisäksi kyseisessä ryhmässä oli pisteitä, joissa uusimman merkinnän kuluttua pois, vanha merkintä heijasti vielä hyvin. Ryhmä 1:n keskihajonnat ovat keskimäärin pienempiä verrattuina ryhmiin 2 ja 3. Tämä johtuu myös yleisesti paremmassa kunnossa olevista merkinnöistä. Ryhmä 1:n keskiarvo ei antanut kertaakaan talven jälkeen raja-arvon ylittäviä paluuheijastavuuksia, vaan viimeisen kerran ryhmän keskiarvo oli yli 100 mcd/m²/lx viikolla 45.

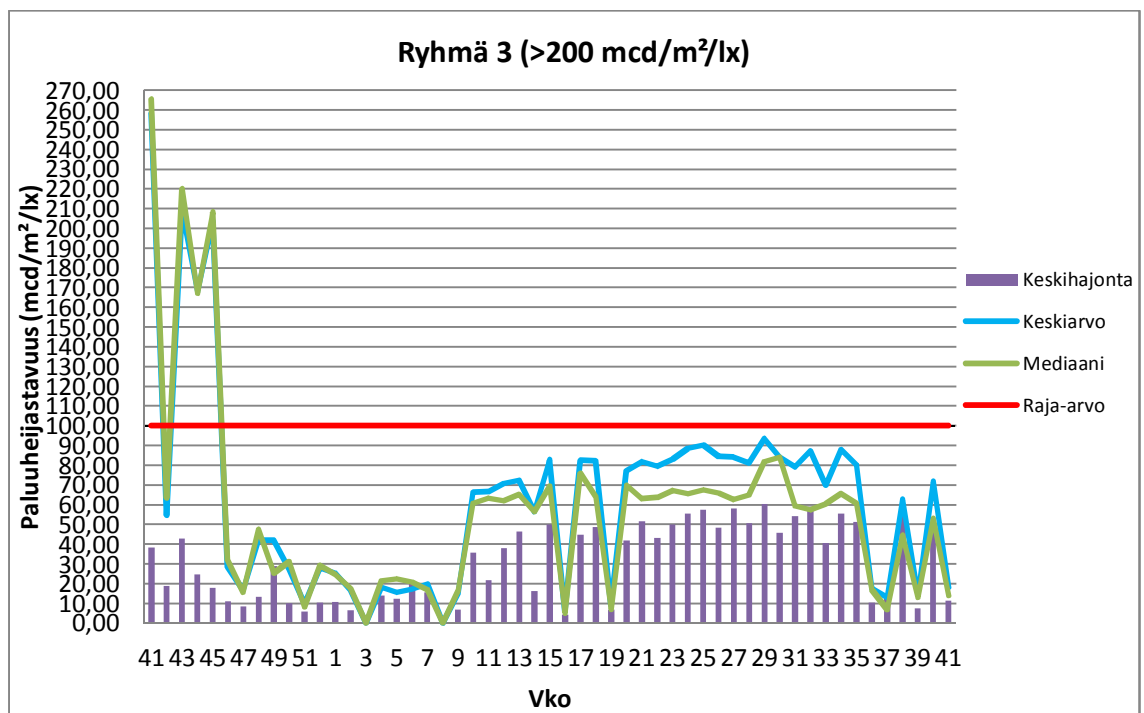


Kuva 33. Paluuheijastavuudet ryhmä 1 (spraymassa).

Ryhmien 2 (kuva 34) ja 3 (kuva 35) käyttäytyminen oli hyvin samanlaista keskenään talven jälkeen. Mittausten alussa ryhmä 3 antoi selvästi suurempia paluuheijastavuuksia, mutta talven jälkeen arvot olivat hyvin samanlaisia kuin ryhmällä 2. Molemmissa ryhmissä on talven jälkeen muutama piste, jotka heijastivat todella hyvin ja useita pisteitä, jotka ovat käytännössä kokonaan kuluneita tai ainakin lähellä sitä. Tämä selittää molempien ryhmien talven jälkeisen selvästi alhaisemman mediaanin kuin keskiarvo. Lisäksi keskihajonnat ovat näillä molemmilla ryhmillä selvästi suurempia kuin ryhmällä 1. Myös ryhmät 2 ja 3 olivat mittausjaksolla viimeistä kertaa yli vaadittavan raja-arvon viikolla 45.



Kuva 34. Paluuheijastavuudet ryhmä 2 (spraymassa).



Kuva 35. Paluuheijastavuudet ryhmä 3 (spraymassa).

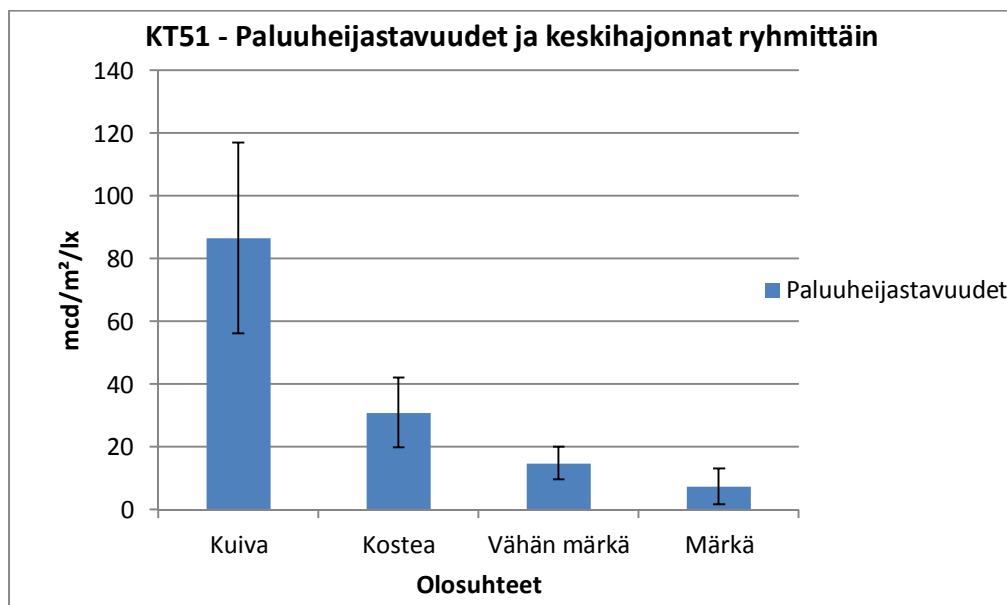
KT51:n paluuheijastavuustuloksiin voidaan todeta suurimman vaikuttajan olevan kosteus. Kun tie on kostea tai märkä, merkinnät eivät käytännössä heijasta lähellekään vaadittua raja-arvoa. Silloin kuvaajissa näkyy selvä notkahdus. Kosteutta aiheuttaa normaalin sateen ja aamukosteuden lisäksi suolaus. Suolaus aloitettiin KT51:llä jo viikolla 41. Tämä on huolestuttavaa etenkin siitä syystä, että merkintöjen heijastavuustarve on suu-

rin syksyn ja talven pimeillä ja kosteilla keleillä, jolloin näkyvyys on huono. Norjassa on vaatimuksena tiemerkintöjen märkäpaluuheijastavuus 35 mcd/m²/lx ja tätä olisi syytä pohtia otettavan käyttöön myös Suomessa.

Kosteuden vaikutusta paluuheijastavuuksiin tutkittiin selvittämällä viikoittaiset kosteudet ja paluuheijastavuuksien keskiarvot. Kosteudet on määritetty silmämääräisesti sekä kosteusmittarilla. Näitä vertailtiin keskenään (taulukko 17 ja kuva 36). Kuten tuloksista havaitaan, paluuheijastavuus laskee eniten sääolojen muuttuessa kuivista kosteiksi. Seuraava iso pudotus paluuheijastavuuksissa tapahtuu kostean ja vähän märän kelin välillä. Vähän märän ja märän kelin välillä ei ollut enää suurta eroa. Paluuheijastavuuksien keskiarvojen lisäksi laskettiin keskihajonnat kullekin ryhmälle. Keskihajontojenkin perusteella huomataan, että sama suuruusjärjestys pysyy ryhmien välillä.

Taulukko 17. Sääolot, paluuheijastavuudet ja keskihajonnat KT51.

KT51	Kosteus	P-heij.	P-heij. KA	Keskihajonta
Kuiva	<14,4	48-187	87	30
Kostea	18,4-38,5	21-48	31	11
Vähän märkä	19,7-48,5	9-23	15	5
Märkä	>31,2	0-14	7	6

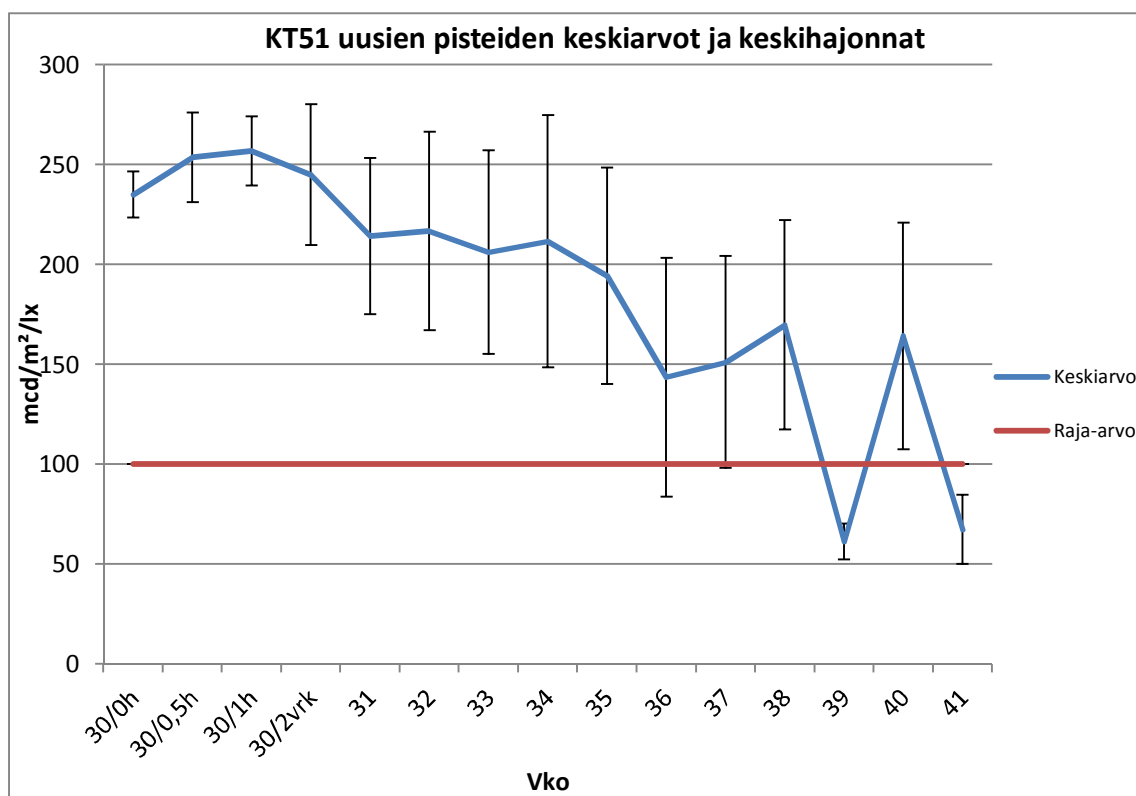


Kuva 36. KT51 - Paluuheijastavuudet ja keskihajonnat ryhmittäin.

Toiseksi eniten paluuheijastavuuteen vaikuttaa merkintöjen kuluminen. Saatujen tulosten perusteella spraymerkinnät eivät kestä talven yli vaadittavan hyvinä. Spraymerkinnät kuluvat pois siitä syystä, että ne tehdään ohuina kerroksina verrattuina esimerkiksi valumassamerkintöihin. Liikennemäärätkään eivät selitä spraymerkinnän kulumista verrattuna valumassamerkintään, koska tässä työssä olevissa spraymerkintä- ja valumassamerkintäkohteissa liikennemäärät ovat pääosin lähellä toisiaan.

Joskus peräkkäisten viikkojen välillä joidenkin pisteiden paluuheijastavuudet nousevat ja toisten taas laskevat, vaikka sääolot olisivat käytännössä samankaltaisia. Tätä ilmiötä ei oikein voi selittää muulla, kuin lialla tai pölyllä, jota on kerääntynyt tiettyihin paikkoihin. Joissakin paikoissa saattaa olla myös vähän pintakosteutta, jota ei huomaa silmällä tai mittarilla. Joissakin kohdissa taas merkintä on saattanut puhdistua edelliseen mittaukseen verrattuna. Kyseiset nousut ja laskut ovat kuitenkin yleensä maltillisia, eikä niillä ole suurta merkitystä heijastavuuteen. Ilmiönä tänä on kuitenkin mielenkiintoinen ja tämä näkyy myös kuvaajissa selvinä heilahteluina.

KT51:n uusia pisteitä seurattiin yhteensä 12 viikkoa ja niiden käyttäytyminen on kuvattu kuvassa 37. Kuvaajasta huomataan, että mittauksen alussa kaikkien pisteiden paluuheijastavuudet ovat lähellä toisiaan, mutta mitä pidemmälle mittauksissa mennään sitä enemmän suurimman ja pienimmän arvon välille tulee hajontaa. Osa paluuheijastavuuksista parani aina viikolle 34 asti, kun taas osan paluuheijastavuudet laskivat heti toisesta mittausviikosta lähtien. Urakoitsijalta kysyttiin ilmiöön selitystä ja arvelu oli, että hajonta tasoittuisi mitä pidemmälle mittauksissa edetään. Näiden mittauksen aikana hajonnan kaventumista ei havaittu, paitsi kostealla kelillä. Kuvaajassa tapahtuvat notkahdukset paluuheijastavuudessa johtuvat kosteasta tien pinnasta. On kuitenkin huomattava, että uudella merkinnällä saadaan todella hyviä paluuheijastavuusarvoja kostealla kelillä, jos näitä arvoja verrataan vanhoista pisteistä mitattuihin paluuheijastavuusarvoihin. Paluuheijastavuudet ovat kostealla kelillä välillä jopa lähellä raja-arvoa.



Kuva 37. KT51 uusien pisteiden (spraymassa) keskiarvot ja keskihajonnat.

5.2 *Paluuheijastavuusmittaukset MT1521*

Paluuheijastavuusmittaukset aloitettiin MT1521:llä viikolla 42 vuonna 2011. Mittauspisteitä oli 12. Tiemerkinämateriaali oli jokaisessa pisteessä valumassaa, joka oli tehty vuonna 2011. Mittaukset tehtiin kerran viikossa satunnaisena päivänä klo 8-15. Pääosin mittaukset painottuivat aamuun. Kosteudella havaittiin olevan suurin vaikutus paluuheijastavuuksiin KT51:n tapaan. Kun tie oli kostea tai märkä, olivat paluuheijastavuudet selvästi pienempiä kuin kuivalla kelillä.

Ensimmäisellä mittausviikolla (vko 42) kaikki pisteet olivat selvästi yli raja-arvon, koska tie oli kuiva. Sama ilmiö oli myös viikolla 43. Viikosta 44 eteenpäin sääolot alkoivat olla todella epävakaita ja samalla tie oli myös lähes poikkeuksetta vähintäänkin kostea. Tätä jatkui aina viikolle 9/2012 asti. Viikkojen 44 ja 9 välillä kaikki pisteet olivat selvästi alle raja-arvon. Joitakin pisteitä ei välillä pystytty mittaamaan lainkaan, koska ne olivat lumen tai loskan alla piilossa. Näiden tulokseksi merkittiin 0 mcd/m²/lx. Viikoilla 4-7 tien pinta oli jäinen, jolloin paluuheijastavuuksissa tapahtui pientä nousua verrattuna kosteisiin ja märkiin oloihin. Tämän perusteella, kuten myös KT51:ltä saatujen tulosten perusteella voidaan päätellä, että jäinen pinta heijastaa paremmin kuin kostea tai märkä.

Ensimmäisen kerran talven jälkeen yksittäinen piste oli yli raja-arvon viikolla 10, kun piste 7 antoi paluuheijastavuudeksi 120 mcd/m²/lx. Viikot 11-17 olivat sääoloiltaan kosteita tai sitten tienpinta oli todella likainen ja pölyinen, jolloin paluuheijastavuudet olivat parempia kuin kostealla kelillä, mutta kuitenkin selvästi alle 100 mcd/m²/lx.

Viikolla 18 tienpinta oli kuiva ja selvästi puhtaampi kuin aikaisempina viikkoina. Tästä poikkeuksena ainoastaan pisteet 5 ja 6, jotka sijaitsevat sisäkaarteissa, missä ajoura leikkaa merkinnän päältä. Näissä pisteissä merkintä oli vielä likainen. Viikolla 18 kaikissa pisteissä mitattiin toistaiseksi parhaat arvot talven jälkeen. Pisteissä 3, 4 ja 8 ylitetiin jo raja-arvokin. Loputkin pisteet ylittivät raja-arvon viikoilla 22-24, minkä jälkeen kaikki pisteet olivat koko mittausjakson loppuun asti yli 100 mcd/m²/lx, lukuun ottamatta kosteita tai märkiä sääoloja. Paluuheijastavuuksien huippu saavutettiin viikolla 29, jonka jälkeen paluuheijastavuudet pysyivät korkealla aina viikolle 34 asti. Tämän jälkeen arvot alkoivat hiljalleen laskea, mutta pysyivät kuitenkin yli vaadittavan raja-arvon, jos ei oteta huomioon kosteita sääoloja.

KT51:n tapaan MT1521:n raja-arvojen ylitykset selvitettiin viikoittain. Tämän lisäksi selvitettiin pistekohtaiset ylitykset korkeammille ja matalammille raja-arvoille. Raja-arvoille laskettiin ylitysviikkojen lukumäärät ja prosenttiosuudet (taulukko 18). Kuten tuloksista huomataan, raja-arvon muuttamisella olisi vaikutusta hyväksytyihin paluuheijastavuusarvoihin. Ei tosin yhtä suurta kuin KT51:llä, mutta kuitenkin selvää vaikutusta. Pienien keskihajontojen perusteella voidaan todeta, että pistejoukko on hyvin homogeeninen kosteus- ja kulumiskäyttäytymisen suhteen. Jos piste on kuiva, se myös

heijastaa hyvin eikä mahdollinen kuluminen vaikuta paluuheijastavuuksiin niin, että se laskisi alle raja-arvon.

Taulukko 18. Pistekohtaiset raja-arvojen ylitykset. Vasemmalla viikkojen lukumäärä, jolloin ks. raja-arvo on ylittynyt ja oikealla raja-arvon ylityksien prosenttiosuudet.

Piste	KPL						Piste	%					
	120	110	100	90	80	70		120	110	100	90	80	70
1	13	14	15	17	21	24	1	24,5	26,4	28,3	32,1	39,6	45,3
2	13	14	16	19	20	21	2	24,5	26,4	30,2	35,8	37,7	39,6
3	18	19	21	21	21	23	3	34,0	35,8	39,6	39,6	39,6	43,4
4	18	20	21	21	22	24	4	34,0	37,7	39,6	39,6	41,5	45,3
5	14	14	16	18	19	20	5	26,4	26,4	30,2	34,0	35,8	37,7
6	14	16	17	20	22	23	6	26,4	30,2	32,1	37,7	41,5	43,4
7	22	22	24	25	27	28	7	41,5	41,5	45,3	47,2	50,9	52,8
8	20	22	24	25	26	26	8	37,7	41,5	45,3	47,2	49,1	49,1
9	16	17	19	20	22	23	9	30,2	32,1	35,8	37,7	41,5	43,4
10	17	18	20	23	23	24	10	32,1	34,0	37,7	43,4	43,4	45,3
11	12	15	17	19	21	23	11	22,6	28,3	32,1	35,8	39,6	43,4
12	11	14	16	19	19	22	12	20,8	26,4	30,2	35,8	35,8	41,5
KA	16	17	19	21	22	23	KA	29,6	32,2	35,5	38,8	41,4	44,2
Keskihajonta	3	3	3	3	2	2	Keskihajonta	6,4	5,8	6,0	4,9	4,7	4,0

MT1521:n kaikkien pisteiden paluuheijastavuuksien yhteiskeskisarvoa tarkastelemalla, havaitaan paremmin paluuheijastavuuden käyttäytyminen vuoden eri aikoina. Paluuheijastavuudet ovat huonoimmillaan viikkojen 44 ja 16 välillä. Tällöin kelit ovat myös pimeitä ja märkiä, jolloin olisi erittäin tärkeää, että merkinnät heijastavat. Viikosta 15 aina viikolle 29 asti kuvaajasta havaitaan, että paluuheijastavuuskeskiarvo nousee jatkuvasti, lukuun ottamatta kosteita tai märkiä viikkoja. Viikosta 29 eteenpäin paluuheijastavuuksien nousu loppuu ja paluuheijastavuudet ovat mittausjakson loppuun asti lähes samalla tasolla, jos sääolot siis ovat kuivat.

Valumassamerkintöjen paluuheijastavuudet eivät alene yhden talven aikana paljonkaan. Talven jälkeen kesällä mitatut pisteet ovat nimittäin lähes samalla tasolla kuin syksyllä ensimmäisissä mittauksissa. Tähän on selvästi syynä valumassamerkintöjen parempi kulutuskestävyys. Valumassamerkinnät ovat nimittäin vuodenkin jälkeen lähes samassa kunnossa kuin uutena. Valumassamerkintöjen paluuheijastavuus nousee tasaisesti talven jälkeen, koska merkinnässä olevat lasihelmet tulevat esiin vasta vähitellen kesärengaskulutuksen ansiosta. Tämä selittää sen ilmiön, että paluuheijastavuudet ovat huipussaan vasta kesällä. Tätä ilmiötä ei tapahdu samalla tavalla spraymerkinnöillä, koska spraymerkintä on niin ohut, että se ei kestä kulutusta samalla tavalla kuin valumassa.

Suurimmat vaikuttajat paluuheijastavuuteen ovat siis kosteus, rengaskulutus ja lika. Kosteilla ja märillä keleillä merkinnät eivät käytännössä heijasta. Rengaskulutus on myös erittäin ratkaiseva tekijä heijastavuuden kannalta. Nastarenkaat rikkovat merkinnässä olevia lasihelmiä ja rikkoutuneet helmet eivät heijasta. Kesärenkaat taas eivät riko helmiä, vaan kuluttavat vain merkintää ja tuovat massassa olevia lasihelmiä esiin, mikä taas parantaa paluuheijastavuutta. Lika ja pöly vaikuttavat heijastavuuksiin etenkin ke-

väällä, kun tie ei ole puhdistunut vielä kunnolla suolauksen ja talven aiheuttamasta liasta.

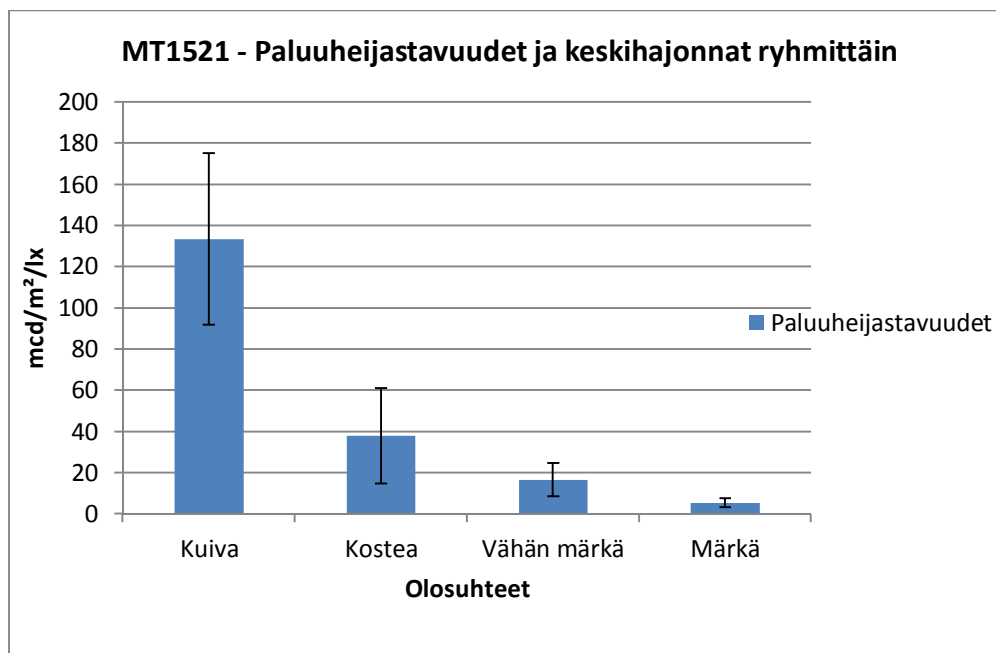
Spraymerkinnän tavoin, joskin vähemmän, myös valumassamerkinnällä tapahtuu paluueijastavuuksien pieniä nousuja ja laskuja peräkkäisten viikkojen välillä. Tätä ilmiötä selittää paikkakohtainen likaisuus tai kosteus, jota on mahdoton havaita silmällä tai kosteusmittarilla. Vaihtelu on kuitenkin niin pientä, että sillä ei ole suurta vaikutusta, kun ajatellaan paluueijastavuuden käyttäytymistä vuoden eri aikoina.

Kosteutta mitattiin pistekohtaisesti jokaisen paluueijastavuusmittauksen yhteydessä pintakosteusmittarilla tiemerkin pinnalta. Pintakosteusmittarina käytettiin MC-7825S-mittaria. Kosteutta arvioitiin mittarin lisäksi silmämääräisesti.

Kosteusmittarin arvoja verrattiin silmämääräiseen arviointiin ja niille yritettiin löytää yhteyttä. Kosteuksia vertailtiin lisäksi paluueijastavuusarvoihin. Kosteusmittarin ja silmämääräisen arvioinnin vertailua paluueijastavuuksiin oli parempi tehdä valumasapisteistä, koska niissä ei tapahtunut kulumista yhtä paljon kuin spraymassalla. Saatujen tulosten (taulukko 19 ja kuva 38) perusteella voidaan todeta kosteusmittarin ja silmämääräisen arvioinnin noudattavan suuruusjärjestystä aika hyvin. Lisäksi vertailtaessa kosteuksia saatuihin paluueijastavuuskeskiarvoihin, voidaan paluueijastavuuksien todeta seuraavan kosteuksia eli mitä suurempi kosteus sitä pienempi paluueijastavuus. Suuruusjärjestys on vielä selvempi kuin KT51:llä. Etenkin ero kuivan ja kostean kelin välillä on hyvin selvä. Muut sääolot ovat suhteellisen lähellä toisiaan, jos otetaan huomioon paluueijastavuuksien keskihajonnat.

Taulukko 19. Sääolot, paluueijastavuudet ja keskihajonnat MT1521.

MT1521	Kosteus	P-heij.	P-heij. KA	Keskihajonta
Kuiva	<13,3	51-195	133	42
Kostea	10,2-50	19-74	38	23
Vähän märkä	16,2-42,2	8-33	17	8
Märkä	>19,3	2-8	5	2



Kuva 38. MT1521 - Paluuheijastavuudet ja keskihajonnat ryhmittäin.

Kun kosteusmittarin arvo on noin 14...15, lähtevät paluuheijastavuudet laskuun. Silmämääräisen arvioinnin perusteella voidaan kuitenkin sanoa, että paluuheijastavuudet laskevat aluksi selvästi, kun piste on vähän kostea tai kostea. Seuraava suurempi aleneminen tapahtuu, kun pinta on märkä, loskainen tai luminen.










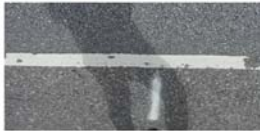
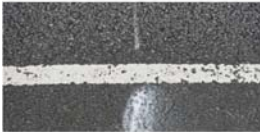

5.3 Kulumisen vaikutus paluuheijastavuuteen

Tässä kappaleessa on esitetty kuvasarjoja muutamista mittauspisteistä, joissa kulumisen on ollut keskenään erilaista. Kuvien avulla esitetään kulumisen vaikutusta paluuheijastavuuteen, koska tässä työssä ei tehty muuta merkintöjen kuntoarviointia. KT51:ltä valittiin kuvavertailuun seitsemän pistettä ja MT1521:ltä kaksi pistettä. Kuvien laadussa on pieniä eroja, syinä eri kamerat, eri kuvaajat, eri kuvauskulmat ja valotuksen vaihtelu.

Kuvassa 39 on esitetty KT51:ltä neljän pisteen kuvasarjat viideltä eri mittausviikolta, joissa paluuheijastavuudet ovat vielä mittausjakson lopulla yli vaaditun raja-arvon. Kyseiset pisteet eivät kuvaa yleistä käyttäytymistä KT51:ltä, vaan nämä pisteet ovat säilyttäneet riittävän paluuheijastavuuden. Kaikissa pisteissä viikolla 11 paluuheijastavuudet olivat alhaisia ja syynä on likainen ja pölyinen tiemerkinä. Pisteillä kestää talven jälkeen muutamia viikkoja puhdistua ennen kuin ne alkavat heijastaa kunnolla.

Piste 1 on materiaaliltaan uutta kokeilussa olevaa merkintämassaa ja siinä kulumista ei ole pahemmin tapahtunut vuoden aikana. Viikon 43 mittauksissa piste on kostea ja siitä









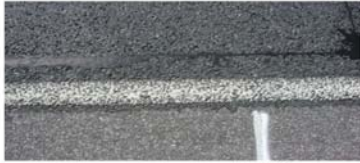


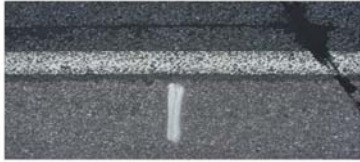



johtuu alhainen paluuheijastavuus 58 mcd/m²/lx. Kyseinen piste antoi ensimmäisellä mittausviikolla tuloksen 120 mcd/m²/lx, joten kyseisen pisteen paluuheijastavuus on palannut alkuperäiseen arvoon talven jälkeen kesään mennessä. Piste 3 on valittu kuvasarjaan siitä syystä, että talven aikana päällimmäinen merkintäkerros on kulunut pois ja sen alla olevat vanhat massamerkinnät heijastavat riittävästi talven jälkeenkin. Piste 15 on antanut kaikista KT51:n pisteistä parhaita paluuheijastavuuksia talven jälkeen. Suurin syy tähän on se, että kyseinen piste sijaitsee linja-autopysäkin taskussa eikä se tästä syystä altistu yhtä paljon liikenteen tai aurauksen kulutuksen alle. Piste 25 (ja piste 26) ovat KT51:n ainoat valumassamerkintäkohteet. Valumassa kestää tämän tutkimuksen perusteella paremmin kulutusta ja näin se myös antaa parempia paluuheijastavuusarvoja pidemmän aikaa merkinnän teon jälkeen.

KT51: Piste 1	KT51: Piste 3	KT51: Piste 15	KT51: Piste 25
			
Vko 43: 58 mcd/m ² /lx	Vko 43: 183 mcd/m ² /lx	Vko 43: 266 mcd/m ² /lx	Vko 43: 143 mcd/m ² /lx
			
Vko 11: 56 mcd/m ² /lx	Vko 11: 70 mcd/m ² /lx	Vko 11: 101 mcd/m ² /lx	Vko 11: 43 mcd/m ² /lx
			
Vko 21: 114 mcd/m ² /lx	Vko 21: 143 mcd/m ² /lx	Vko 21: 215 mcd/m ² /lx	Vko 21: 83 mcd/m ² /lx
			
Vko 26: 130 mcd/m ² /lx	Vko 26: 137 mcd/m ² /lx	Vko 26: 94 mcd/m ² /lx	Vko 26: 111 mcd/m ² /lx
			
Vko 31: 123 mcd/m ² /lx	Vko 31: 122 mcd/m ² /lx	Vko 31: 193 mcd/m ² /lx	Vko 31: 122 mcd/m ² /lx

Kuva 39. KT51:n pisteitä, joissa paluuheijastavuus on säilynyt riittävänä.

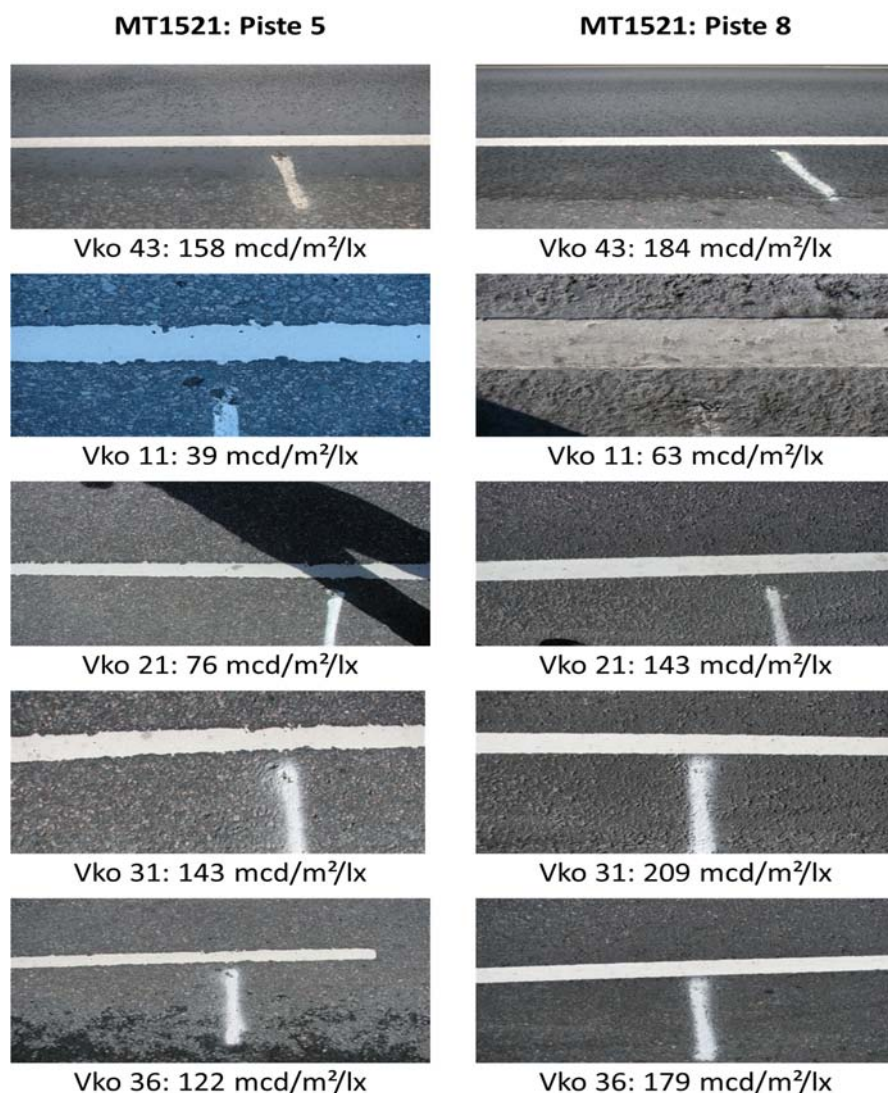
Kuvassa 40 on esitetty kuvasarjoja pisteistä KT51:ltä, jotka kuvaavat yleistä merkintöjen käyttäytymistä KT51:llä. Kaikki pisteet ovat vuonna 2011 tehtyä spraymassamerkintää ja kuten kuvista huomataan, ne eivät kestä nastarengas- ja auraukskulutusta. Näissä pisteissä ei myöskään ole uusimman merkinnän alla riittävän hyvää vanhaa merkintää, joka heijastaisi. Piste 11 kului käytännössä kokonaan pois keväaseen mennessä ja sen mittaaminen lopetettiin viikolla 16. Piste 9 antoi KT51:n pisteistä korkeimpia paluuheijastavuuksia ensimmäisellä mittauskerralla, mutta sekään ei kestänyt talvella ai-

heutunutta kulumusta, vaan talven jälkeen paluuheijastavuudet olivat korkeimmillaankin alle 50 mcd/m²/lx. Piste 19 selvisi näistä pisteistä parhaiten talven yli ja saavutti muutamana kerran yli 80 mcd/m²/lx paluuheijastavuuksia, mutta sekään ei ollut kertaakaan yli vaadittavan raja-arvon.

KT51: Piste 9	KT51: Piste 11	KT51: Piste 19
		
Vko 43: 258 mcd/m ² /lx	Vko 43: 107 mcd/m ² /lx	Vko 43: 88 mcd/m ² /lx
		
Vko 11: 39 mcd/m ² /lx	Vko 48: 9 mcd/m ² /lx	Vko 11: 46 mcd/m ² /lx
		
Vko 21: 40 mcd/m ² /lx	Vko 6: 12 mcd/m ² /lx	Vko 21: 67 mcd/m ² /lx
		
Vko 26: 41 mcd/m ² /lx	Vko 11: 18 mcd/m ² /lx	Vko 26: 73 mcd/m ² /lx
		
Vko 31: 35 mcd/m ² /lx	Vko 16: 1 mcd/m ² /lx	Vko 31: 56 mcd/m ² /lx

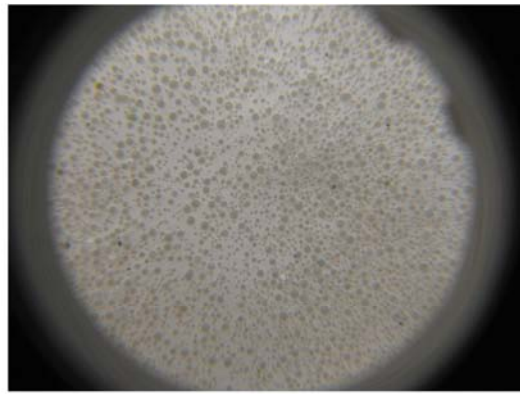
Kuva 40. KT51:n pisteitä, joissa paluuheijastavuus ei ole säilynyt riittävänä.

Kuvassa 41 on esitetty kahden pisteen kehityksiä MT1521:llä mittausjakson aikana. Molemmissa pisteissä viikolla 11 pisteet olivat jo kuivia, mutta likaisia, mistä johtuvat huonot paluuheijastavuusarvot. Merkintä on säilynyt hyvin talven yli MT1521:llä eikä kulumista ole oikeastaan tapahtunut. Piste 5 valittiin tähän esimerkiksi siitä syystä, että siinä voi nähdä edes vähän kulumista. Kuten kuvista kuitenkin huomataan, kulumisen on ollut todella maltillista ja sitä on tapahtunut vain vähän merkinnän reunoilta. Paluuheijastavuus on myös palautunut melkein lähtötasolleen kesällä. Piste 8 edustaa vallitsevia oloja MT1521:lla. Merkinnät ovat säilyneet hyvin talven yli eikä kulumista ole tapahtunut. Paluuheijastavuudet ovat palautuneet täysin talven jälkeen kesään mennessä.

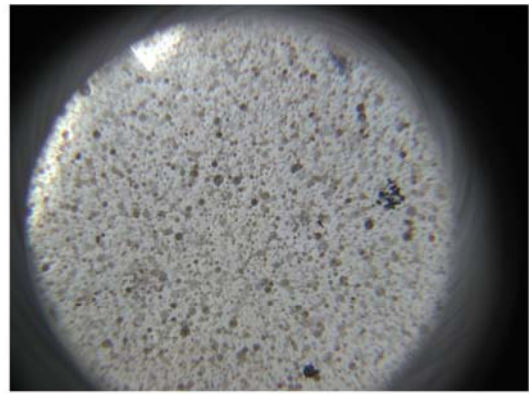


Kuva 41. Kuvasarjoja MT1521:n pisteistä.

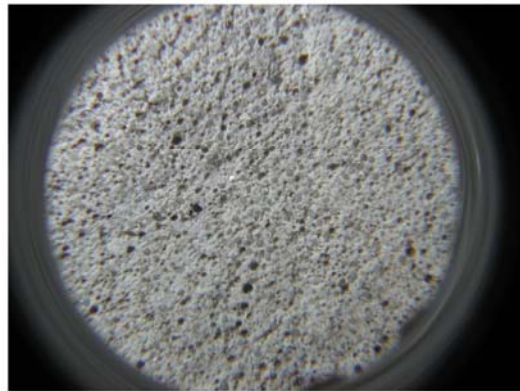
Cleanosol Oy:ltä saatiin käyttöön luuppi, jonka avulla merkintää voitiin tarkastella lähempää. Se suurentaa valokuvan 8-kertaiseksi ja näin esimerkiksi lasihelmet ja irronneet lasihelmet havaitaan kuvista. Urakoitsijat käyttävät luuppeja lasihelmien määrän ja sijoittumisen tarkasteluun, kun he haluavat tarkistaa vasta tehdyn merkinnän tai vanhan merkinnän laatua. Kuvassa 42 on esitetty neljä eri luoppikuvaa, joista saatiin erilaisia paluuheijastavuuksia. Luoppikuva A (KT51 uusi piste) on kuvattu heti merkinnän teon jälkeen. Kuvassa näkyy hyvin, miten lasihelmien tulisi sijoittua tasaisesti merkintään, jotta ne heijastaisivat optimaalisimmin. Luoppikuvissa B ja C havaitaan paljon mustia reikiä, joista lasihelmet ovat irronneet. Kyseisissä kuvissa on kuitenkin vielä riittävästi tallella lasihelmiä, jotta vaadittu paluuheijastavuuden raja-arvo saavutetaan. Luoppikuvassa D havaitaan vielä enemmän mustia reikiä, joista helmet ovat irronneet. Tämän lisäksi lasihelmiä on enää vasemmassa reunassa muutamia kasoja jäljellä ja tämä näkyy myös mitatussa paluuheijastavuudessa, joka on enää 81 mcd/m²/lx.



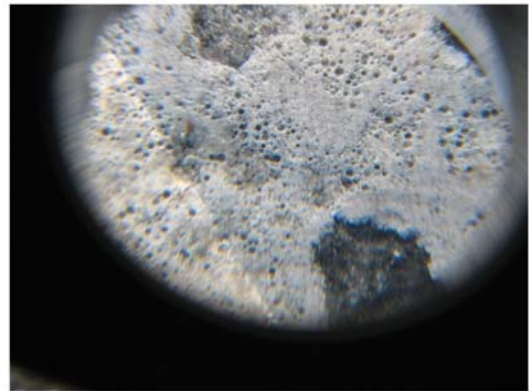
A: KT51 uusi piste: 246 mcd/m²/lx



B: MT1521 vko26 piste10: 142 mcd/m²/lx



C: MT1521 vko26 piste11: 134 mcd/m²/lx



D: KT51 vko 11 piste10: 81 mcd/m²/lx

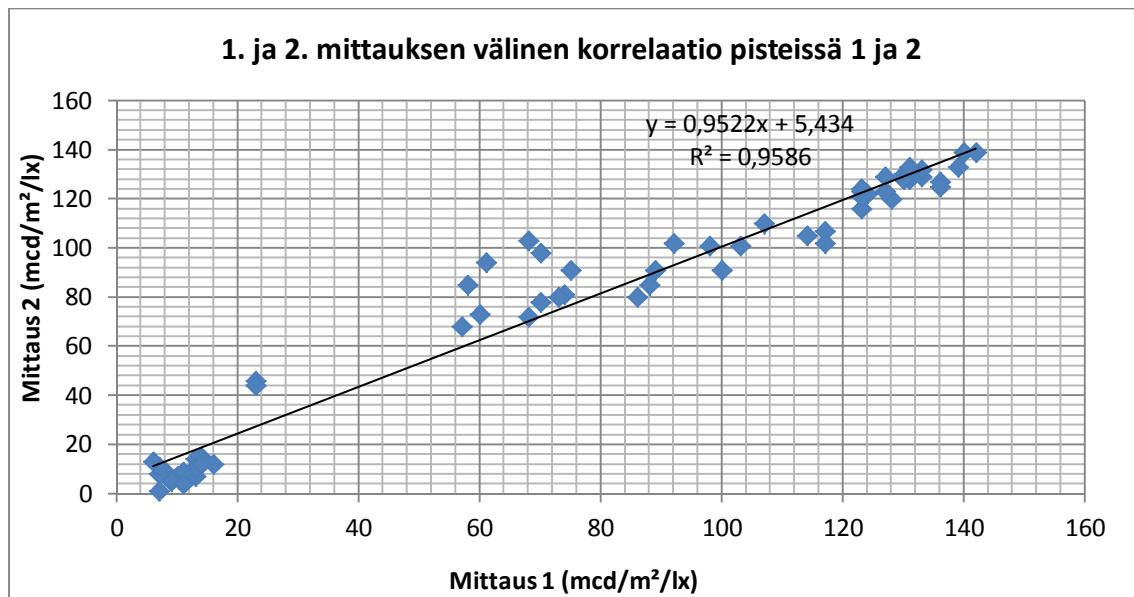
Kuva 42. Luuppikuvia eri paluuheijastavuusarvoille.

5.4 Vuorokaudenajan vaikutus paluuheijastavuuteen

Vuorokaudenajan vaikutusta paluuheijastavuuteen selvitettiin KT51:llä useana eri viikona vertailemalla kahden mittauspisteen arvojen muutosta aamulla ja iltopäivällä. Tämän lisäksi suoritettiin yhtenä päivänä Pasilassa Veturitiellä yhden vuorokauden aikana viisi mittausta kahdeksasta pisteestä kahden tunnin välein.

KT51:llä valittiin mittauspäiviksi sellaiset päivät, jolloin ei aamu- ja iltopäivän mittaus-ten sääolojen välillä ollut suuria eroja. Lisäksi viikot, jolloin pysähtyminen tien varteen ei ollut turvallista (lumivallit tien reunassa), jätettiin väliin. Molemmat mittauspisteet mitattiin kummallakin mittauskerralla kolmeen kertaan ja näistä laskettiin keskiarvo. Tämä oli sen kerran paluuheijastavuustulos. Paluuheijastavuuksien lisäksi kosteus mitattiin kosteusmittarilla sekä arvioitiin silmämääräisesti. Liitteessä 7 on esitetty nämä tulokset. Kuten tuloksista huomataan paluuheijastavuudet sekä kosteudet ovat harvemmin olleet samoja mittaus-ten välillä. Syinä voidaan pitää vuorokaudenajasta johtuvia kosteuden muutoksia, jotka vaikuttavat paluuheijastavuuteen. Lisäksi lämpötilat ovat muuttuneet usein mittaus-ten välillä.

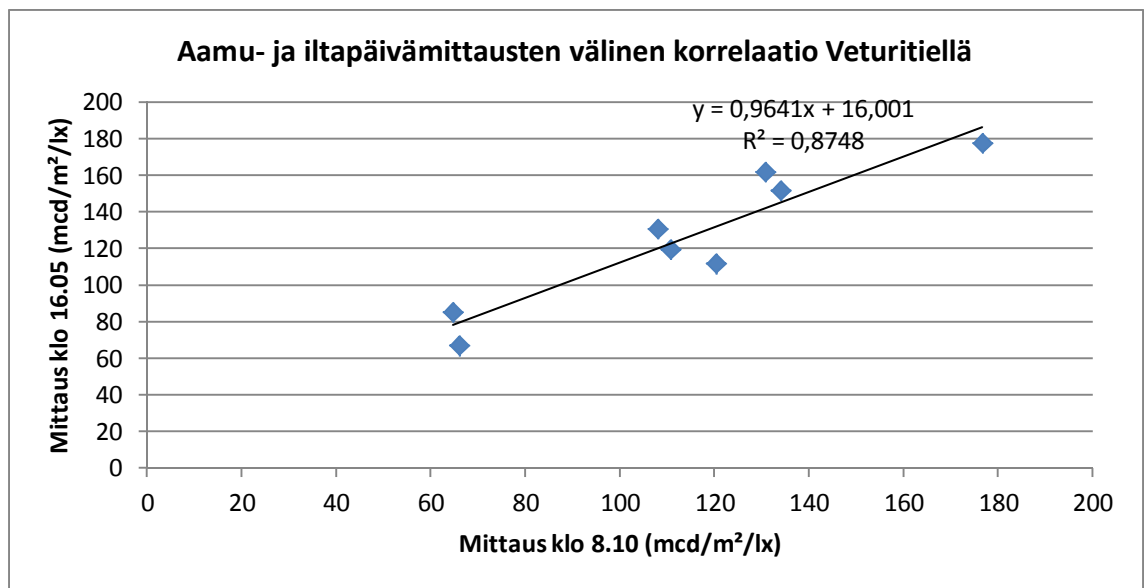
Korrelaatio-kuvaajan perusteella voidaan todeta mittausten välisen korrelaation olevan kuitenkin hyvää, koska korrelaatiokerroin R^2 on 0,958. Jos sääolot ovat pysyneet samankaltaisina, ei suuria eroja mittauksissa ole tapahtunut. Viikkoina 42-44 ensimmäisellä mittauksella pisteet olivat kosteita, kun taas toisella kerralla ne olivat jo kuivia. Tämä selittää paluuheijastavuusarvojen suuren nousun. Muina viikkoina paluuheijastavuuksien muutos on ollut maltillisempaa, mutta kuitenkin muutosta on aina tapahtunut mittausten välillä, lukuun ottamatta kolmea kertaa. Määrällisesti arvojen alenemista oli tapahtunut enemmän kuin nousua, mutta nousut olivat taas arvoltaan keskimäärin suurempia kuin laskut. Tämän voi nähdä myös korrelaatio-kuvaajasta (kuva 43), joka puoltaa hieman enemmän toisia mittauksia. Pienimmillä paluuheijastavuusarvoilla (<20 mcd/m²/lx) ensimmäisellä mittauksella saadaan hieman suurempia arvoja kuin toisella mittauksella. Tämä selittyy märällä tien pinnalla, joka on päivän aikana muuttunut vieläkin märemmäksi. Kun paluuheijastavuus on 50...80 mcd/m²/lx väillä, tulee toisella mittauksella suurempia arvoja (60...110 mcd/m²/lx) kuin ensimmäisellä mittauksella. Tämä selittyy aamukosteudella. Tien pinnalla on aamulla ollut vähän kosteutta, joka on kuitenkin päivän aikana kuivunut. Suurimmilla paluuheijastavuusarvoilla arvot näyttävät seuraavan regressiosuoraa. Tällöin tie on ollut kuiva molemmilla mittauskerroilla.



Kuva 43. 1. ja 2. pisteen välinen korrelaatio pisteissä 1 ja 2 KT51:llä.

Pienelläkin muutoksella saattaa olla suuri vaikutus, jos ajatellaan virallisia paluuheijastavuusmittauksia, joiden perusteella päätetään merkintöjen uusimisesta tai sakkojen määräämisestä. Mittausajankohta nousee merkittäväksi asiaksi etenkin silloin, kun paluuheijastavuusarvot liikkuvat lähellä raja-arvoa. Urakoitsijalle saattaa tulla kalliiksi, jos tiemerkintöjen tarkastusmittauksia suoritetaan silloin, kun merkinnän päällä on esimerkiksi pientä kosteutta, jota ei silmällä havaitse. Pienikin kosteus saattaa kuitenkin vaikuttaa paluuheijastavuuksiin.

Veturitiellä suoritettujen mittausten perusteella havaittiin samoja asioita kuin KT51:llä. Paluuheijastavuustulokset muuttuvat jokaisen mittauksen välillä, vaikka sääolot olisivat samankaltaisia. Jos verrataan ensimmäistä ja viimeistä mittaukskerta, joiden välillä on siis ajassa 8 tuntia, pisteiden paluuheijastavuusarvoista seitsemän on noussut ja yksi laskenut. Tämä tukee sitä teoriaa, että virallisia paluuheijastavuusmittauksia ei olisi syytä tehdä aamuisin, koska ne eivät välttämättä edusta merkinnän oikeita paluuheijastavuusoloja. Korrelaatio-kuvaajan perusteella voidaan todeta korrelaation olevan kohtalaisen hyvä korrelaatiokertoimen R^2 ollessa 0,874. Korrelaatio-kuvaajassa (kuva 44) on verrattu ensimmäistä ja viimeistä mittausta keskenään kaikista mittauspisteistä.



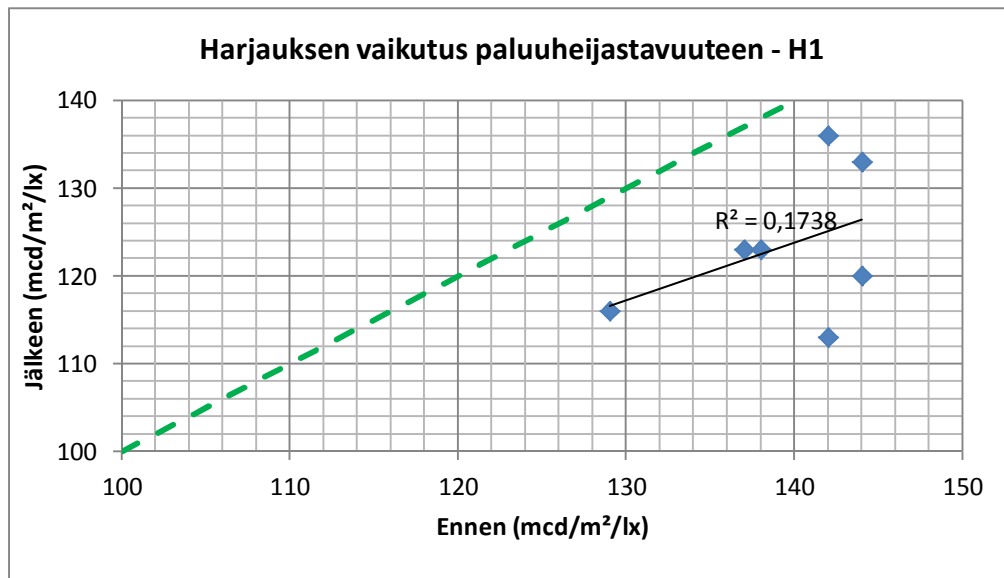
Kuva 44. Aamu- ja iltapäivämittauksen välinen korrelaatio Veturitiellä.

5.5 Merkinnän harjauksen vaikutus paluuheijastavuuteen

Harjauksen vaikutusta paluuheijastavuuteen seurattiin kolmesta pisteestä. Pisteet nimettiin seuraavasti: H1 (kokeilumassa), H2 (spraymassa) ja H3 (valumassa). Useimmiten harjaus huononsi paluuheijastavuuksia. Cleanosol Oy:n toimitusjohtaja Anders Nordströmiä haastateltiin asiasta ja kysyttiin hänen näkemystään kyseiseen ilmiöön. Nordström muisteli, että harjausta olisi testattu 1990-luvun lopussa Norjassa. Siellä oli koikeiltu merkinnän harjausta sekä synteettisellä että luonnonmukaisella harjalla. Synteettisellä harjalla paluuheijastavuudet olivat huonontuneet harjauksen seurauksena ja luonnonmukaisen harjan harjauksella arvot olivat nousseet.

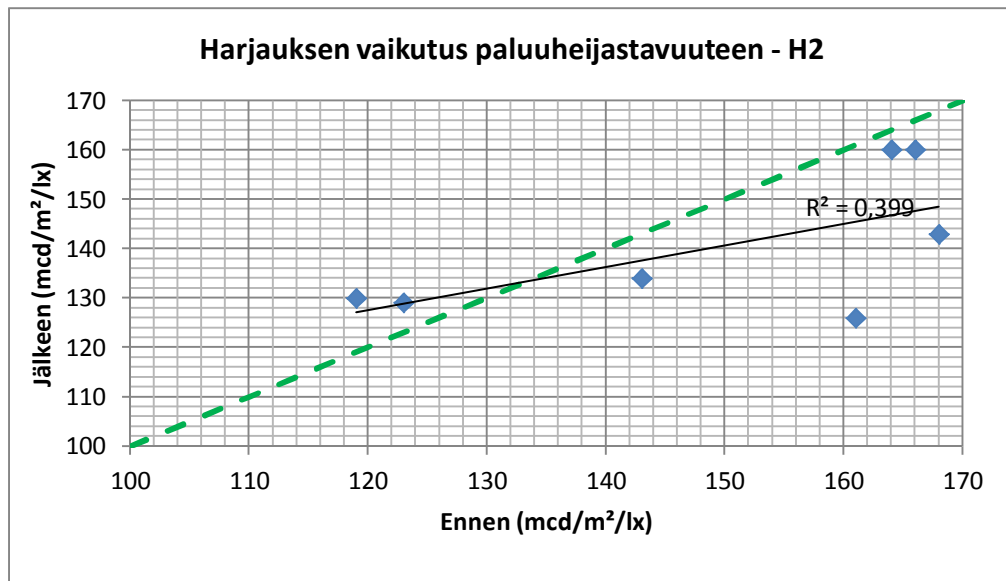
Tässä työssä harjaukseen käytettiin synteettistä harjaa. Nordström kertoi, että synteettinen harja luo merkintään staattisen pinnan, joka sitoo pölyä/likaa merkinnän pinnalle. Tämä pöly/lika taas peittää merkinnässä olevat lasihelmet, mistä seuraa paluuheijastavuuden huonontuminen.

Kuvassa 45 on esitetty pisteen H1 tulokset korrelaatiokuvaajana ennen ja jälkeen harjauksen. Kuten kuvaajasta huomataan, korrelaatiokerroin R^2 on 0,173 eli todella pieni ja näin voidaan todeta, että ennen ja jälkeen harjauksen paluuheijastavuusarvot korreloivat huonosti. Lisäksi kaikilla mittauskerroilla harjaus on huonontanut paluuheijastavuuksia.



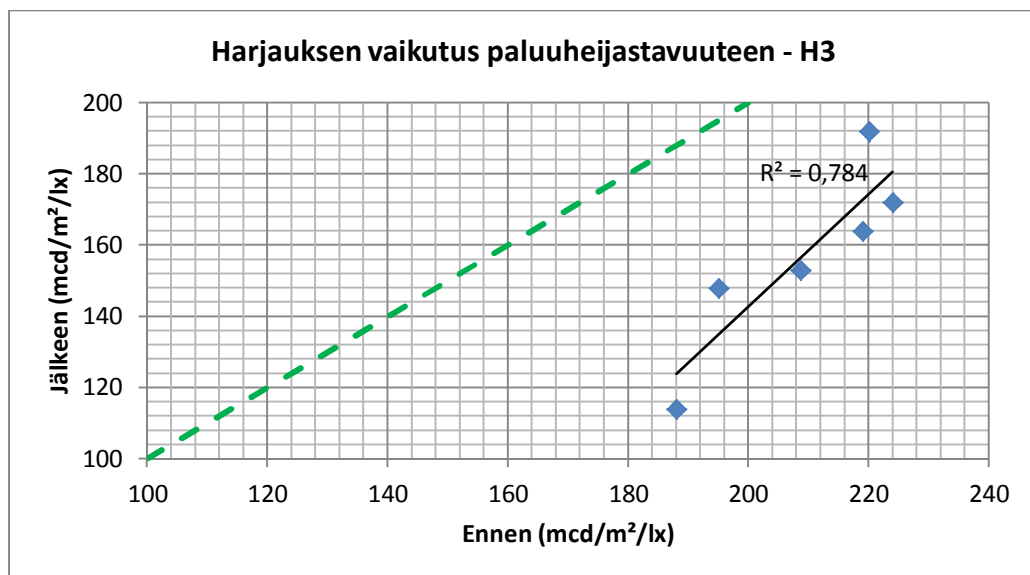
Kuva 45. Harjauksen vaikutus paluuheijastavuuteen pisteessä H1.

Kuvassa 46 on esitetty pisteen H2 tulokset korrelaatiokuvaajan avulla. Pisteessä H2 korrelaatio on hiukan parempaa kuin pisteessä H1, mutta korrelaatiokerroin on kuitenkin pieni 0,399, joten paluuheijastavuusarvot korreloivat heikosti ennen ja jälkeen harjauksen. Pisteessä H2 seitsemästä mittauskerrasta kahdessa paluuheijastavuus nousi harjauksen jälkeen, mikä oli myös erikoinen ilmiö. Tämä ilmiö havaitaan myös kuvaajassa kahden pisteen ollessa kaukana muista pisteistä. Nousut ja laskut olivat kuitenkin pääasiassa niin pieniä, että harjauksella voidaan todeta olleen hyvin pientä vaikutusta paluuheijastavuuteen tässä pisteessä.



Kuva 46. Harjauksen vaikutus paluuheijastavuuteen pisteessä H2.

Pisteessä H3 (kuva 47) harjauksella näyttäisi olevan jo melko hyvä korrelaatio paluuheijastavuuteen. Korrelaatiokerroin R^2 on kyseisessä pisteessä 78,4 % eli huomattavasti parempi kuin pisteissä H1 tai H2. Pisteessä H2 kaikilla mittauskerroilla harjaus pienensi paluuheijastavuuksia todella merkittävästi. Tosin kyseisen pisteen paluuheijastavuudet olivat jo ennen harjausta selvästi korkeampia kuin pisteissä H1 ja H2. Valumassamerkinnän pinta on näkyvästi tasaisempi kuin spraymassamerkinnöillä, joten valumassamerkinnän pinnalle pöly/lika myös tasoittuu helpommin kuin spraymassamerkinnän pinnalle. Tätä kautta merkinnän pinnalla olevat lasihelmet myös peittyvät helpommin.

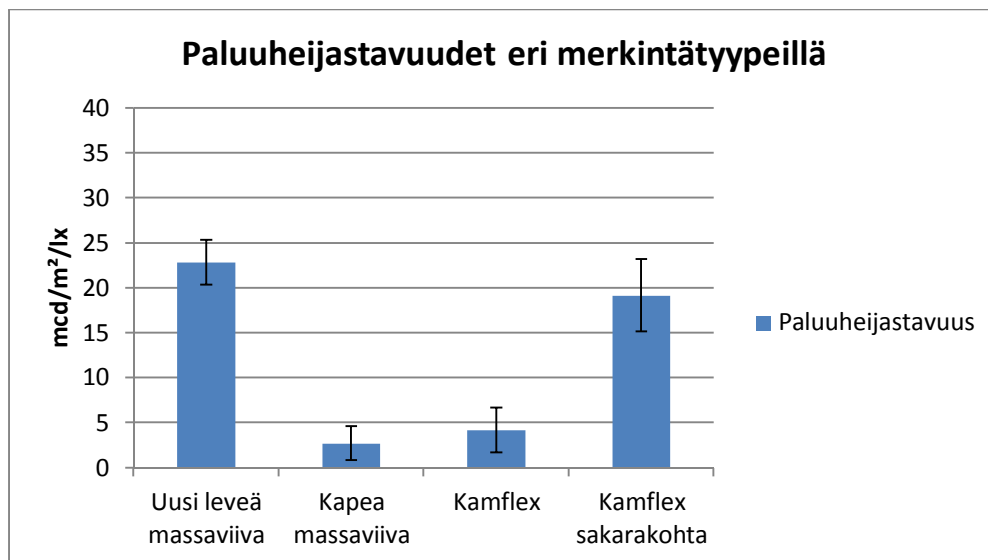


Kuva 47. Harjauksen vaikutus paluuheijastavuuteen pisteessä H3.

5.6 Kamflex ja Drop-on-line - merkintöjen paluuheijastavuusmittaukset

Kamflex ja Drop-on-line - merkintöjä mitattiin työn lisätutkimuksena. Näistä merkinnöistä oli tarkoitus selvittää märkäpaluuheijastavuutta, koska kyseiset merkinnät on tehty parantamaan paluuheijastavuutta kosteissa ja märissä oloissa. Suomessa märkäpaluuheijastavuus ei ole vielä määräävä tekijä tiemerkinnoille, mutta Norjassa se on jo käytössä. Siellä raja-arvo märkäpaluuheijastavuudelle on 35 mcd/m²/lx.

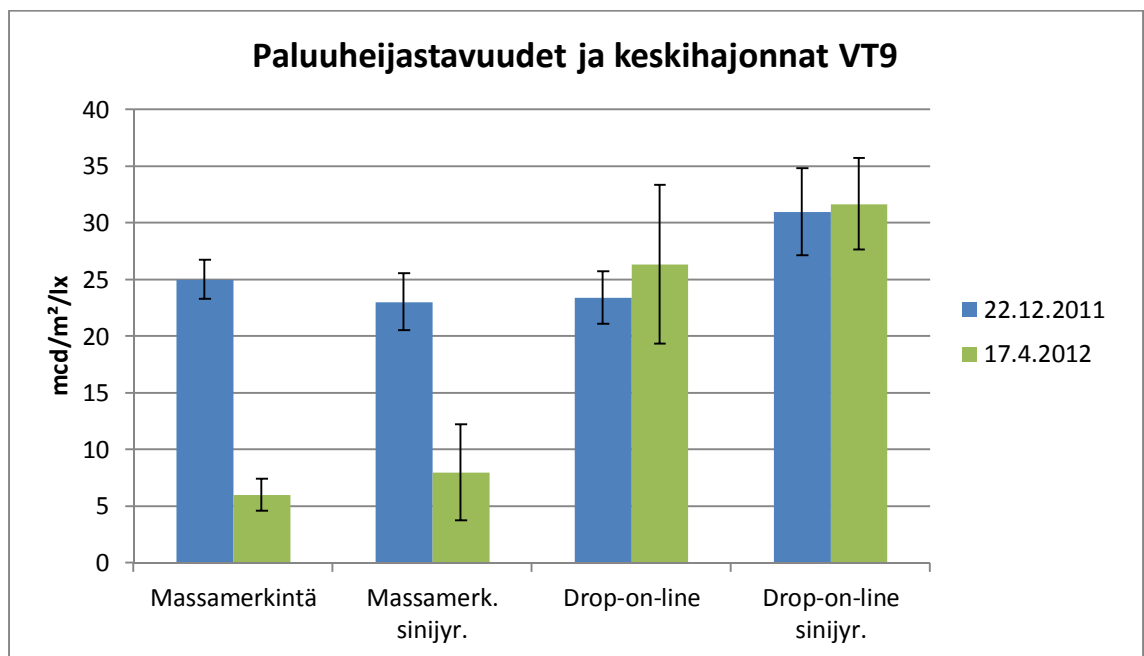
Kamflex-merkintää käytiin kertaalleen mittaamassa märällä tiellä. Mittauksissa vertailtiin keskenään uutta leveää massaviivaa, tavallista massamerkintää, Kamflex-merkintää yhtenäisestä kohdasta ja Kamflex-merkintää sakarakohdasta. Mittauksia tehtiin jokaisesta merkinnästä 6-7. Näistä mittauksista laskettiin keskiarvot ja keskihajonnat. Saa-duista tuloksista piirrettiin kuvaaja (kuva 48), josta havaitaan merkinnän tyypillä olevan merkitystä paluuheijastavuuteen. Uudesta massaviivasta ja Kamflex-merkinnän sakarakohdasta saatiin jopa 20 mcd/m²/lx suurempia arvoja kuin kahdesta muusta paikasta. Näiden tulosten perusteella voidaan todeta Kamflex-merkinnän sakarakohdan toimivan niin kuin sen on haluttu eli parantavan paluuheijastavuutta. Paluuheijastavuuden parantuminen kyseisellä merkinnällä perustuu kolmiulotteisuuteen. Merkinnän sakarakohdassa on pystysuora seinämä, johon vesi ei jää seisomaan. Näin myös merkinnässä olevat lasihelmet heijastavat paremmin, kun niiden päällä ei ole vesikerrosta estämässä heijastumista.



Kuva 48. Paluuheijastavuudet ja keskihajonnat eri merkintätyypeillä.

Drop-on-linea käytiin mittaamassa VT9:llä kahteen otteeseen. Ensimmäisellä mittauskerralla tien pinta oli kostea ja toisella märkä. Mittauksissa vertailtiin keskenään tavallista massamerkintää, tavallista massamerkintää sinijyrsinnässä, Drop-on-linea ja Drop-

on-linea sinijyrsinnässä. Mittaukset otettiin satunnaisista kohdista tietä ja niistä laskettiin keskiarvot sekä keskihajonnat. Tuloksista piirrettiin kuvaaja (kuva 49). Kuvaajasta havaitaan, että merkintätyypillä ja sen asennuksella on selvä vaikutus paluuheijastavuuteen. Ensimmäisellä mittaukskerralla (22.12.2011) erot paluuheijastavuuksien välillä olivat vielä aika maltillisia, mutta jo sillä mittaukskerralla parhaat paluuheijastavuudet saatiin sinijyrsintään upotetusta Drop-on-linesta. Toisella mittaukskerralla (17.4.2012) tien pinta oli märkä ja erot paluuheijastavuuksissa eri merkintöjen välillä korostuivat selvemmin. Kun vertaillaan keskenään Drop-on-linea ja normaalia massamerkintää havaitaan jopa 10 mcd/m²/lx ero Drop-on-linen hyväksi. Kun verrataan vielä Drop-on-linea sinijyrsinnässä ja ilman jyrsintää, havaitaan siinäkin jopa 10 mcd/m²/lx ero sinijyrsintään tehdyn merkinnän hyväksi. Näiden tulosten perusteella voidaan todeta Drop-on-linen toimivan, kuten profiloidun merkinnän on tarkoituskin toimia eli se antaa parempia paluuheijastavuustuloksia kostealla ja märällä kelillä kuin tavallinen merkintä.

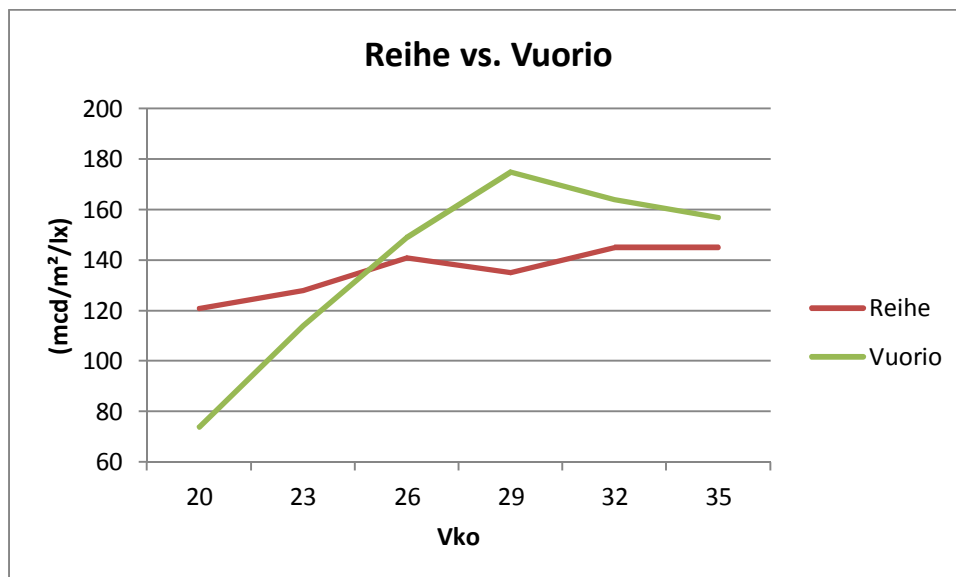


Kuva 49. Paluuheijastavuudet ja keskihajonnat eri merkintätyypeillä VT9:llä.

5.7 Vertailu aikaisempiin paluuheijastavuusmittauksiin

Aikaisemmista paluuheijastavuusmittauksista parhaiten tätä tutkimusta vastaavat Ville Reihen vuonna 2011 valmistuneessa diplomityössä tehdyt pistekohtaiset paluuheijastavuusmittaukset. Reihe mittasi paluuheijastavuuksia kolmen viikon välein Uudeltamaalta. Kuvassa 12 Reihe on esittänyt mittauksista saadut tulokset. Tätä työtä varten vertailaan vain mittauksia edellisestä vuonna tehdyistä merkinnöistä. Vertailuna käytetään tämän työn mittauksista MT1521:n kohteita, koska niissä ei ollut tapahtunut kulumista ja Reihe valitsi mittauksiinsa myös pisteitä, joissa kulumista ei ollut tapahtunut.

Kuvassa 50 on esitetty tulosten kehitykset MT1521:n mittauksista ja Reihen tekemistä mittauksista. Kuten kuvaajasta huomataan, Reihen mittauksissa paluuheijastavuudet olivat koko mittausjakson yli raja-arvon. Tässä tutkimuksessa raja-arvo ylittyi vasta viikolla 23. Reihen mittauksissa ei myöskään tapahtunut niin suurta vaihtelua mittauskertojen välillä kuin tässä työssä. Reihen työssä merkinnät olivat siis saavuttaneet aikaisemmin maksimiarvonsa ja pysyivät samalla tasolla koko kesän ajan. MT1521:lla maksimi saavutettiin vasta viikolla 29 ja tämän viikon jälkeen paluuheijastavuudet pysyivät samalla tasolla syksyyn asti. Erot mittauksissa johtuvat erilaisista kohteista, mittaustavoista ja mittauspäivän valinnasta. Tiemerkintämateriaali ei ollut mittauksissa täysin samanlaista. Mittauksia tehtiin pisteistä eri määriä ja pisteitä oli tutkimuksissa eri määrä. Lisäksi Reihen työssä pyrittiin valitsemaan aina parhaimmat mahdolliset sääolot mittauksiin, toisin kuin tässä työssä.



Kuva 50. Reihen ja Vuorion mittausten vertailua.

Jarmo Nousiaisen 2008 ilmestyneessä työssä esiteltiin kansainvälisten paluuheijastavuusmittausten tuloksia vuodelta 2005. Tätä työtä varten vertailtiin Nousiaisen työssä

mitattuja vuoden vanhoja massamerkintöjä Suomesta. Taulukossa 20 on esitetty Nousiaisen työssä saadut tulokset vuoden vanhoista massamerkintäreunaviivoista ja tässä työssä mitattuja paluuheijastavuuskeskiarvoja viikoilta 27-30 KT51:ltä ja MT1521:ltä. Nämä viikot valittiin siitä syystä, että Nousiaisen työssä mittaukset suoritettiin kesällä. Näin yritettiin löytää mahdollisimman samankaltaiset olot mittauksille. Kuten taulukosta huomataan, Nousiaisen työssä on saatu huomattavasti suurempia paluuheijastavuusarvoja kuin tässä työssä. Suurin vaikuttaja on mitä todennäköisimmin merkintäateriaali. Teillä käytetään yleisesti ohuempia merkintöjä, koska merkinnälle ei ole määrätty minimipaksuuksia. Kokeilukohteisiin tehdään sellaisia merkintöjä, jotka toimivat optimaalisimmin. Näin paksuja merkintöjä ei kuitenkaan tehdä pitkille tieosuuksille niiden kalliimman hinnan takia. Toinen tärkeä tuloksiin vaikuttava tekijä on mittauspisteiden määrä. Tässä työssä mittauksia tehtiin monessa erilaisessa pisteessä ja niistä laskettu keskiarvo ei ole välttämättä hyvä vertailutulos Nousiaisen työssä esittelemiin tuloksiin. Nousiaisen työssään mittauskohteet oli tarkoin rajattu yhteen paikkaan, josta mittaukset otettiin, jotta paluuheijastavuuteen olisi mahdollisimman vähän ulkopuolisia vaikuttajia.

Taulukko 20. Nousiaisen työssä esiteltyjen kansainvälisten mittausten tuloksia vs. tämän työn tuloksia.

Materiaali	Nousiainen [mcd/m²/lx]	Vuorio (vko 27-30) [mcd/m²/lx]
Massa 1	205	
Massa 2	230	
Massa 3	280	
Massa 4	260	
KT51		84
MT1521		152

6 Yhteenveto, päätelmät ja suositukset

Työssä oli tavoitteena seurata tiemerkintöjen paluuheijastavuuden kehitystä vuoden ajan kahdessa kohteessa. Tarkoituksena oli tutkia valumassamerkinnän ja spraymassamerkinnän käyttäytymistä. Paluuheijastavuuden käyttäytymiseen yritettiin löytää syitä ja vaikuttavia tekijöitä. Kyseinen tutkimus haluttiin tehdä, koska paluuheijastavuuden ympärivuotista käyttäytymistä ei ollut aiemmin tutkittu. Lisäksi haluttiin pohtia nykyisten paluuheijastavuusraja-arvojen tarkoituksenmukaisuutta.

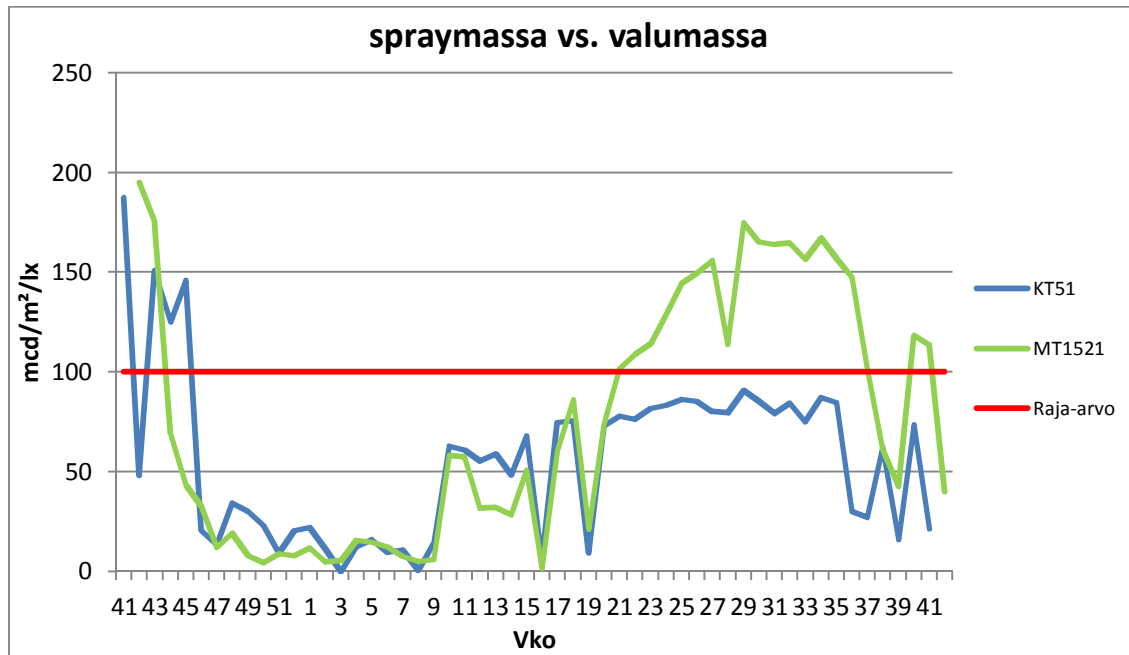
Työssä käytettiin tutkimusmenetelminä kirjallisuustutkimusta, asiantuntijahaastatteluita, maastomittauksia ja tulosten tilastollista analysointia. Kirjallisuustutkimus koostui kansallisista Tiehallinnon ohjeista ja määräyksistä, tiemerkintöjen teoriasta Suomesta ja ulkomailta sekä aikaisemmista suomalaisista ja ulkomaisista tutkimuksista. Asiantuntijahaastattelut käsittivät urakoitsijan ja tilaajan kokemuksia tiemerkinnöistä ja paluuheijastavuudesta. Maastomittausosio koostui viikoittaisista maastomittauksista KT51:llä ja MT1521:llä sekä muutamista muista kokeilumittauksista. Tulosten analysointiosiossa pyrittiin löytämään selittäjiä tulosten käyttäytymiselle ja paluuheijastavuuteen vaikuttaviin tekijöihin.

KT51:llä tiemerkintämateriaali oli pääosin kesällä 2011 tehtyä spraymerkintää. Kyseisellä tiellä mittauspisteitä oli 34 ja mittausten alussa kaikkien pisteiden paluuheijastavuudet olivat yli vaaditun raja-arvon ($100 \text{ mcd/m}^2/\text{lx}$). Arvot pysyivät hyvinä viisi viikkoa mittausten alusta, minkä jälkeen arvot laskivat selvästi alle raja-arvon talven ajaksi. Talven jälkeen pisteistä vain 13 kävi jossain vaiheessa yli raja-arvon ja näistä 10 pistettä säilyi mittausten loppuun asti hyväksytyinä.

MT1521:llä pisteet olivat myös kesällä 2011 tehtyjä, mutta merkintämateriaali oli valumassaa. Kyseisellä tiellä mittauspisteitä oli 12 ja mittausten alussa kaikki pisteet olivat yli vaadittavan raja-arvon. Paluuheijastavuudet olivat hyviä vain viikon ajan mittausten aloituksen jälkeen, minkä jälkeen paluuheijastavuudet laskivat varsin alhaisiin lukemiin talven ajaksi. MT1521:llä kaikkien pisteiden paluuheijastavuudet palasivat hyväksyttäviksi kevään ja kesän aikana ja pysyivät hyväksyttävinä aina mittausten loppuun asti.

Paremman kulutuskestävyyden ansiosta valumassamerkintä antaa talven jälkeen yleisesti parempia paluuheijastavuusarvoja kuin spraymassamerkintä. Kuvassa 51 on esitetty samassa kuvaajassa KT51:n (spraymassaa neljää pistettä lukuun ottamatta) ja MT1521:n (valumassaa) koko vuoden viikoittaisten paluuheijastavuuskeskiarvojen tulokset. Keskiarvokuvaajat tukevat väitettä, että valumassamerkintä kestää paremmin kulutusta talven aikana, koska paluuheijastavuusarvot ovat selvästi suurempia keväällä ja kesällä MT1521:llä kuin KT51:llä. Valumassamerkinnän paluuheijastavuudet palautuvat lähes samalle tasolle kuin ne olivat mittausten alussa. Spraymassamerkinnöillä tätä

palautumista ei tapahdu, koska merkinnät ovat kuluneet suurimmaksi osaksi niin huonoon kuntoon, että ne eivät enää heijasta riittävästi.



Kuva 51. KT51:n (spraymassa) ja MT1521:n (valumassa) paluuheijastavuuskeskiarvojen kehitys vuoden aikana.

Tien kosteuden huomattiin olevan suurin vaikuttaja paluuheijastavuusarvoihin. Mittauksissa huomattiin, että kun tie on kostea tai märkä, merkinnät eivät heijasta riittävästi. Kostealla kelillä mitattiin parhaimmillaan MT1521:llä 74 mcd/m²/lx ja KT51:llä 48 mcd/m²/lx paluuheijastavuusarvoja. Kun tie oli märkä, mitattiin MT1521:llä parhaimmillaan 8 mcd/m²/lx arvoja ja KT51:llä 14 mcd/m²/lx arvoja. Paluuheijastavuuteen todettiin kosteuden lisäksi suurimpina vaikuttajina olevan merkintämateriaalin kulutuskestävyys ja lika. Kuluneista pisteistä mitattiin talven jälkeen parhaimmillaankin vain alle 70 mcd/m²/lx paluuheijastavuusarvoja. Kuvasta 51 voidaan havaita selvästi, että talvella, kun tien pinta on kostea, märkä ja luminen, paluuheijastavuudet ovat todella huonoja merkintämateriaalista riippumatta. Syksy ja talvi ovat Suomessa ja Pohjoismaissa pimeitä vuodenaikoja ja silloin olisi liikenneturvallisuuden kannalta erittäin tärkeää, että tiemerkinnot heijastaisivat tarpeeksi. Tämän työn tulosten perusteella ne eivät kuitenkaan heijasta riittävästi.

Tämän tutkimuksen mukaan paluuheijastavuusarvot ovat kosteuden takia suurimman osan vuotta alle vaaditun raja-arvon. KT51:llä raja-arvon ylityksiä mitattiin vuodessa keskimäärin 10 viikolla keskihajonnan ollessa 9 viikkoa. Kuten keskihajonnasta huomataan, KT51:llä pistejoukko on erittäin heterogeeninen. Tämän selittää pisteiden hyvin erilainen kuluminen ja vanhan, tuoreimman merkinnän alla olevan, merkinnän vaikutus paluuheijastavuuteen. MT1521:llä raja-arvon ylityksiä mitattiin vuodessa 19 viikolla keskihajonnan ollessa 3 viikkoa. MT1521:llä pistejoukko on selvästi KT51:stä homo-

geenisempaa. Keväällä kuivalla tiellä merkintöjen paluuheijastavuutta huonontaa talven aikana tiemerikintöihin tullut lika. Talven aikana tapahtuu myös paljon merkintöjen kulumista, jonka suurimmat aiheuttajat ovat nastarenkaat ja auraus. Jos merkintä ei ole tarpeeksi paksu, jotta se kestäisi kulutusta, sen paluuheijastavuus ei palaudu entiselleen talven jälkeen, vaan se joudutaan uusimaan kesällä.

Vuorokaudenajan vaikutusta paluuheijastavuuteen tutkittiin KT51:llä ja Veturitiellä Pasilassa. KT51:llä tätä varten pistejoukon kahta ensimmäistä pistettä mitattiin uudelleen mittauskierroksen lopuksi, jolloin aikaa oli kulunut 2-3 tuntia ensimmäisistä mittauksista. Näitä mittaustuloksia vertailtiin keskenään. Tulosten perusteella tien ollessa märkää ($< 20 \text{ mcd/m}^2/\text{lx}$) toisella mittauskerralla saadaan hieman pienempiä arvoja kuin ensimmäisellä mittauskerralla. Tämän selittää päivän aikana lisää kastunut tie. Jos ensimmäisellä mittauskerralla mitattiin noin $50\text{--}80 \text{ mcd/m}^2/\text{lx}$ paluuheijastavuusarvoja, toisella mittauskerralla saatiin selvästi suurempia arvoja ($60\text{--}110 \text{ mcd/m}^2/\text{lx}$). Tätä ilmiötä selittää ensimmäisellä mittauskerralla tiellä ollut aamukosteus, joka päivän aikana kuivui. Suurilla paluuheijastavuusarvoilla ei havaittu eroa ensimmäisen ja toisen mittauskerran välillä. Veturitiellä mitatut tulokset eivät olleet yhtä homogeenisia kuin KT51:n tulokset. Veturitiellä mitatuista pisteistä osan paluuheijastavuudet nousivat ja osan laskivat mittausten välillä.

Pisteiden harjauksen vaikutusta paluuheijastavuuteen tutkittiin kolmessa pisteessä. Tulosten perusteella harjaus huonontaa paluuheijastavuuksia. Cleanosol Oy:n toimitusjohtajan Anders Nordströmin mukaan synteettisellä harjalla harjaus kerää pölyä ja likaa merkinnän päälle ja näin paluuheijastavuus huononee.

Järjestelmällisten mittausten lisäksi työssä tehtiin kokeilumittauksia. KT51:llä otettiin kesällä 2012 tarkasteluun 12 uutta pistettä tuoreesta spraymerkinnästä ja niiden käyttäytymistä seurattiin viikoittain viikolle 41 asti. Kyseisessä kohteessa havaittiin uuden merkinnän pisteillä olevan suurta hajontaa paluuheijastavuudessa. Uuden merkinnän paluuheijastavuuksien havaittiin olevan kosteallakin kelillä lähellä vaadittavaa raja-arvoa.

Norjassa tiemerikinnöiltä vaaditaan myös märkäpaluuheijastavuutta. Suomessa se ei ole vaatimuksena, mutta tässä työssä sitä haluttiin tutkia kahdessa kohteessa. Märkäpaluuheijastavuutta parannetaan etenkin profiloituilla merkinnöillä. Profiloituja merkintöjä (Kamflex ja Drop-on-line) tutkittiin VT1:llä ja VT9:llä. Mittauksista saatiin lupaavia arvoja sekä Kamflexille että Drop-on-linelle. Molemmat merkinnät antoivat jopa $10 \text{ mcd/m}^2/\text{lx}$ suurempia paluuheijastavuusarvoja kuin tavallinen massamerkintä. Saatujen tulosten perusteella voidaan todeta profiloitujen merkintöjen parantavan märkäpaluuheijastavuutta.

Tämän työn tuloksien ja päätelmien perusteella voidaan suositella erilaisia toimenpiteitä ja jatkotutkimuksia paluuheijastavuudesta. Saatujen tulosten perusteella tiemerkinnot eivät heijasta kostealla ja märällä kelillä riittävästi. Suomessa olisi hyvä selvittää, soveltaisiko märkäpaluuheijastavuus määrääväksi tekijäksi tiemerkinnoille, kuten Norjassa jo on käytäntö. Kostealla ja märällä kelillä olisi tärkeää, että merkinnot heijastaisivat edes jonkun vaadittavan raja-arvon verran. Nykyään märkäpaluuheijastavuudelle annetaan ohjearvoksi 35 mcd/m²/lx. Olisi tarpeen selvittää, onko se riittävä liikenneturvallisuuden kannalta.

Tiemerkintöjen märkäpaluuheijastavuuden parantaminen vaatisi profiloitujen merkintöjen lisäämistä. Profiloitujen merkinnät ovat kalliimpia kuin tavalliset massamerkinnot, koska ne vaativat enemmän merkintämassaa ja ne joudutaan välillä tekemään jysintään. Suomessa on jo käytössä profiloituja merkintöjä tietyissä kohteissa, mutta niiden käyttö on vielä hyvin vähäistä esimerkiksi Norjaan ja Ruotsiin verrattuna. Profiloituja merkintöjä olisi syytä lisätä kohteisiin, joissa onnettomuuksia voitaisiin ennaltaehkäistä paremmin havaittavilla merkinnöillä.

Nykyään paluuheijastavuuden raja-arvo valkoiselle viivalle on kuivalla tiellä 100 mcd/m²/lx. Tätä raja-arvoa olisi syytä arvioida uudelleen tästä työstä saatujen tulosten perusteella, koska pienelläkin raja-arvojen muutoksella havaittiin olevan suuria vaikutuksia raja-arvojen ylityksien määrään. Olisi hyvä tutkia käytännössä, miten kukin paluuheijastavuusarvo havainnoidaan kuljettajan näkökulmasta. Tätä voisi tutkia jollain ryhmällä tienkäyttäjää, jotka esimerkiksi arvioisivat silmämääräisesti, miten hyvin eri paluuheijastavuusarvoja edustavat tiemerkinnot heijastavat ja miten tienkäyttäjät kokevat erot heijastavuuksien välillä. Lisäksi olisi hyvä tutkia, että mikä on se paluuheijastavuusarvo, joka vielä riittävästi heijastaa pimeällä.

Ennen tätä tutkimusta ei tunnettu paluuheijastavuuden käyttäytymistä vuoden eri aikoina eikä uusia merkintöjä ollut seurattu ja mitattu näin useilla mittauksilla. Tätä työtä tehtäessä selvisi, että merkintöjä olisi hyvä seurata vielä toinenkin vuosi, jotta nähdään paremmin toisen talven kulutuksen vaikutus merkintöihin. Tästä syystä tässä työssä MT1521:llä mitattujen pisteiden mittauksia päätettiin jatkaa toinen vuosi samalla kaavalla kuin ensimmäinenkin vuosi. Mittaukset hoitaa Aalto-yliopiston tietekniikan henkilökunta ja mittaukset päättyvät lokakuussa 2013. Näiden tulosten perusteella saadaan tarkempaa tietoa etenkin valumassan kestävydestä ja paluuheijastavuuksien palautumisesta toisen talven jälkeen. Tässä työssä KT51:llä heinäkuussa 2012 mukaan mittauksiin otetut 12 uutta spraymassapistettä kuuluvat myös jatkomittauksiin. Näitä pisteitä mitataan siitä syystä, että niiden mittaukset aloitettiin heti merkinnän teon jälkeen ja tällaista tutkimusta ei ole aikaisemmin tehty. Mittauksilla halutaan selvittää etenkin spraymassan käyttäytymistä ja uuden merkinnän eri pisteiden paluuheijastavuuksien hajonnan käyttäytymistä. Tätä työtä varten tehdyissä mittauksissa hajonta oli suurta pisteiden välillä, vaikka pisteet sijaitsivat lähellä toisiaan ja olivat saman ikäisiä.

Jukka Pasanen tutki 2012 valmistuneessa diplomityössään tiemerkintöjen kuntoarvoja. Paluuheijastavuuden ja kuntoarvon yhteiskäyttämistä ei kuitenkaan ole tutkittu aiemmin. Tässäkin työssä tuli selville, että tiemerkintöjen kuntoarvolla on kosteuden ohella paljon vaikutusta etenkin vanhempien tiemerkintöjen paluuheijastavuuksiin. Tästä syystä tulevaisuudessa olisi hyvä tehdä tutkimus, jossa mitattaisiin sekä tiemerkintöjen paluuheijastavuuksia että kuntoarvoja samoista kohteista ja selvitettäisiin näiden vaikutusta toisiinsa.

Lähdeluettelo

Kirjallisuus

Anttila, O (1994). Tiemerkintätekniikka. Tielaitos, Helsinki.

Calavia, D., (2006). Results on the European Research Programme for the Development of a single and Unified Test Method for Road Marking Materials. 1.3.2006.

Gruzdaitis, Leena (2005). Tärisevät reun- ja keskiviivat. Diplomityö, Teknillinen korkeakoulu.

Holzschuher, C., Simmons, T. (2005). *Mobile Retroreflectivity Characteristics for Pavement Markings At Highway Speeds*, No: FL/DOT/SMO/05-486, Florida Department of Transportation, FL.

Kärnä, Matti (2012). Auringon nousu- ja laskuaikalaskin.
<<http://www.vantaaweather.info>>. Luettu 30.10.2012.

Liikennevirasto (2011). Tiemerkinnät, Suunnittelu- ja toteuttamisvaiheen ohjaus, Helsinki 111 s.

LVM (2005). Tielikenteen turvallisuus 2006- 2010. Cavén H, et al. Helsinki 52 s.

Nordström, Anders (2009). Tiemerkinnät, näkyvää osaa tieympäristöä. Tierakennusmestari 2/2009.

Nousiainen, Jarmo (2008). Tiemerkintämateriaalien kestävyden vertailututkimus. Opinnäytetyö. Hämeenlinna: Hämeen ammattikorkeakoulu, Rakennustekniikan koulutusohjelma.

Pandurangan, Sudhakar (2009). One year performance of longitudinal waterborne paint pavement markings used on primary and secondary roads of South Carolina 140 s.

PANK (2010). PANK Asfalttiseminaari 11.3.2010, Wanha Satama, Helsinki.

PANK (2011) Kokous 7.12.2011. PANK Tiemerkintävaliokunnan paluuheijastavuustyöryhmän kokousmuistio.

PANK (2012) Kokous 30.03.2011. PANK Tiemerkintävaliokunnan paluuheijastavuustyöryhmän kokousmuistio.

Pöyry (2012). Paluuheijastavuusmittareiden hyväksymistestin tulokset 30.5.2012.

Reihe, Ville (2011). Tiemerkintöjen ohjausvaikutukset ja kestoikä. Diplomityö, Aalto-yliopisto.

Sörensen, Kai (2012). Annex D: Measurement of the retroreflection of road markings and road surfaces. Tanska 36 s.

Suomen standardisoimisliitto SFS (2009). SFS-EN 1436 + A1, Tiemerkintämateriaalit. Tiemerkintöjen toimivuus tienkäyttäjän kannalta. Helsinki 47 s.

SVMF (2011). Anteckningar från möte om vägmarkering 2011-11-17—18 på Johannesbergs slott

Tiehallinto (2003). Kohtaamisonnettomuudet päätieverkolla - kehitys ja syyt 43/2003. Helsinki 82 s.

Tiehallinto (2004a). Tiemerkinnät, Suunnittelu- ja toteuttamisvaiheen ohjaus. Helsinki 112 s.

Tiehallinto (2004b). Tiemerkintöjen kuntoluokitus. Helsinki 12 s.

Tiehallinto (2006a). Tiemerkintöjen toimintalinjat. Helsinki 15 s.

Tiehallinto (2007a). Jyrsittyjen täristävien keski- ja reunaviivojen kunto, Maastointoventointi. Tiehallinnon sisäisiä julkaisuja 54/2007. Helsinki 34 s.

Tiehallinto (2007b). Tiemerkintöjen laatuvaatimukset. Helsinki 21 s.

Tielaitos (1993). Tiemerkintöjen näkyvyys: paluuheijastuvuustutkimus Lapin tiepiirissä. Helsinki 62 s. + liitel.

Torbic, Darren et al. (2009). Guidance for the Design and Application of Shoulder and Centerline Rumble Strips. TRB. USA 284 s.

Vainio, Jarmo (2011). Tiemerkintöjen oikea valinta. Tie- ja liikenne 5/2011. Suomen Tieyhdistys ry, Helsinki.

VTT (1995) Tiemerkintöjen näkyvyys: Dynaaminen mittausmenetelmä. Espoo 6 s.

Haastattelut

Nordström, Anders (2012), haastattelu 31.8.2012. Cleanosol. Toimitusjohtaja.

Valkonen, A (2012), haastattelu 1.6.2012. Pirkanmaan Ely-keskus. Päällystevastava.

Liiteluettelo

- Liite 1. Kansallisten paluuheijastavuusmittausten tulokset 2004-2007. 3 sivua.
- Liite 2. Mittauspisteiden kuvaus KT51. 1 sivu.
- Liite 3. Mittauspisteiden kuvaus MT1521. 1 sivu.
- Liite 4. KT51:n paluuheijastavuusmittaukset yhteenveto. 1 sivu.
- Liite 5. KT51:n uusien pisteiden paluuheijastavuusmittaukset. 1 sivu.
- Liite 6. MT1521:n paluuheijastavuusmittaukset yhteenveto. 1 sivu.
- Liite 7. Vuorokaudenajan vaikutus paluuheijastavuuteen KT51:llä. 2 sivua.
- Liite 8. KT51:n paluuheijastavuusmittausten tulokset. 11 sivua.
- Liite 9. MT1521:n paluuheijastavuusmittausten tulokset. 5 sivua.

Liite 1. Kansallisten paluuheijastavuusmittausten tulokset 2004-2007

Suomen koekentälle levitetyt kansalliset materiaalit ja lyhenteet:

- Teknos Winterin tuotteet (yhteensä 4 kpl)
 - CpTe1, kaksikomponenttimassa
 - PwTE2, vesiliukoinen maali
 - PsTe3 ja PsTe4, liuotteellinen maali
- Tielinja Oy:n tuotteet (2 kpl)
 - ThTL 1 ja ThTL2, kuumamassa
- Ajoratamerkintä Mäki & Palmroos Oy:n tuotteet (2 kpl, nykyinen AMP:n omistaja on Tielinja Oy)
 - ThMP1 ja ThMP2, kuumamassa
- Valtatie Oy
 - ThVA, kuumamassa
- Virolainen liuotinpohjainen maali
 - PsOV

Taulukoissa käytetyt materiaalien lyhenteet:

- LC, Centre Line eli keskiviiva (kts. kuva 22 s.15)
- L1, L2, L3, L4, L5 ja L6, Line 1-6 eli linjat 1-6
- LE, Edge Line eli reunaviiva
- P on paint eli maali
- Th on thermoplastic eli kuumamassa
- Tape on teippi

TAULUKKO 1 Suomen kentän paluuheijastavuusmittaustuloksien yhteenvedo uutena (vaatimus Suomessa uutena 150 mcd/m²lx) vuonna 2004 (Nousiainen 2008).

	Th VA	Ps OV	Cp TE1	Pw TE	Ps TE3	Ps TE4	Th TL1	Th TL2	Th MP1	Th MP2	Keski- arvo
LC	404	496	334	368	89	285	452	355	390	339	351
L1	458	564	347	422	132	447	510	411	365	359	402
L2	459	499	328	363	122	393	488	446	393	332	382
L3	410	598	326	339	161	379	435	390	380	339	376
L4	467	616	348	308	86	405	424	381	407	395	384
L5	455	566	326	323	130	387	464	354	392	386	378
L6	446	551	351	284	253	427	474	383	390	403	396
LE	291	474	287	353	353	377	414	185	297	316	335
Keski- arvo	424	546	331	345	166	388	458	363	377	359	375

TAULUKKO 2 Suomen koekentän paluuheijastuvuusmittaustuloksien yhteenveto ($\text{mcd/m}^2\text{lx}$) vuoden 7/2005 mittauksista. Merkinnot ovat vuoden vanhoja. Punaisella merkityt raidat ovat kuluneet kokonaan pois ja keltaisella merkityt ovat kuluneet osittain pois.(Nousiainen 2008.)

	Th VA	Ps OV	Cp TE1	Pw TE	Ps TE3	Ps TE4	Th TL1	Th TL2	Th MP1	Th MP2	Keski- arvo
LC	161	37	79	57	13	80	78	108	155	147	92
L1	49	17	24	14	12	11	72	102	125	113	54
L2	38	14	12	12	11	11	71	93	98	96	46
L3	49	12	26	11	26	11	73	105	125	111	55
L4	51	15	19	14	14	13	70	98	113	102	51
L5	42	14	15	11	12	13	65	26	94	17	31
L6	52	11	26	10	16	10	69	99	105	102	50
LE	395	185	198	173	61	347	171	177	411	254	237
Keski- arvo	105	38	50	38	21	62	84	101	153	118	77

TAULUKKO 3 Suomen kentän paluuheijastuvuusmittaustuloksien yhteenveto ($\text{mcd/m}^2\text{lx}$) vuoden 7.9.2005 mittauksista. Punaisella merkityt raidat ovat kuluneet kokonaan pois ja keltaisella merkityt ovat kuluneet osittain pois. Merkinnot ovat vuoden vanhoja.(Nousiainen 2008.)

	Th VA	Th TL1	Th TL2	Th MP1	Th MP2	Th 1S	Th 2GB	Th 3E	Th 1SR	TapeL	Grand Total
LC	163	96	128	196	185	198	173	189	173	349	185
L1	67	85	128	149	147	181	157	115	150	168	135
L2	59	81	106	115	110	136	16	17	116	38	79
L3	65	85	120	150	146	147	17	17	126	127	100
L4	72	83	118	137	123	171	140	159	149	161	131
L5	65	78	33	119	21	143	17	16	114	19	63
L6	81	85	116	138	138	137	16	15	112	126	96
LE	378	176	136	271	218	177	149	296	210	462	247
Keski- arvo	119	96	111	159	136	161	86	103	144	181	130

TAULUKKO 4 Suomen kentän paluuheijastuvuusmittaustuloksien yhteenvedo ($\text{mcd/m}^2\text{lx}$) 21.8.2007 suoritetuista mittauksista. Punaisella merkityt raidat ovat kuluneet kokonaan pois ja keltaisella merkityt kuluneet osittain pois. Merkinnyt ovat kolme vuotta vanhoja. (Mittaja Jarmo Nousiainen)(Nousiainen 2008.)

	Th VA	Th TL1	Th TL2	Th MP1	Th MP2	Th 1S	Th 2GB	Th 3E	Th1 SR	Tape L	Grand Total
LC	105	83	110	110	155						56
L1	60			165							23
L2											0
L3		75	104		131						31
L4				135							14
L5											0
L6	63	70	84								22
LE	173	70	103	200	198						74
Grand Total	50	37	50	76	61	0	0	0	0	0	27

Liite 2. Mittauspisteiden kuvaus KT51

Piste	Tiesä	Paaluluku	Kaarre	Kaarreside	Paalystemat.	Paalysteettien ikä	Merkinmäärä	Pituuskat.	Polkikat.	Aukee/pulta	Penger/leikkaus	KVL	Pentareen lev.	Jyrsintä	Pysäkki	Merkl. sij.	Etäisyys pysäkkistä
1	9.00	2152	Suora	0	smä	7.10.2009	2011	0,2	0,4	Aukee	Penger	115,95	1,0	-	-	Tie	0,00
2	9.00	2152	Suora	0	smä	7.10.2009	2011	0,3	0,3	Aukee	Penger	115,95	1,0	-	-	Tie	5,34
3	9.00	3544	Suora	0	ab	ei tietoa	2011	0,8	3,5	Aukee	Penger	115,95	3,0	-	-	Pennar	5,92
4	9.00	3544	Suora	0	ab	ei tietoa	2011	1,2	4,3	Aukee	Penger	115,95	1,0	-	-	Pennar	16,73
5	11.00	652	Suora	0	smä	27.5.2002	2011	0,1	4,5	Aukee	Penger	6833	2,7	-	x	Pennar	12,76
6	11.00	652	Suora	0	smä	27.5.2002	2011	0,5	4,7	Aukee	Penger	6833	2,7	Tasavalli	-	Pennar	23,50
7	11.00	1681	Ulkoo	4360	smä	27.5.2002	2011	1,9	2,7	Pulta orivrrv	Penger	6833	2,6	Tasavalli	-	Pennar	-5,02
8	11.00	1681	Ulkoo	4360	smä	27.5.2002	2011	1,9	2,4	Pulta orivrrv	Penger	6833	2,6	Tasavalli	-	Pennar	-0,22
9	11.00	2475	Ulkoo	4360	smä	27.5.2002	2011	0,9	2,4	Pulta vrv	Penger	6833	3,2	-	x	Pennar	-6,10
10	11.00	2475	Ulkoo	4360	smä	27.5.2002	2011	1,2	2,0	Pulta vrv	Penger	6833	3,2	-	x	Tie	4,36
11	12.00	81	Sisä	3231	smä	3.6.2004	2011	0,8	2,1	Aukee	Penger	6143	3,2	-	x	Tie	4,52
12	12.00	81	Sisä	3231	smä	3.6.2004	2011	0,6	4,0	Aukee	Penger	6143	3,2	-	x	Tie	16,75
13	12.00	1921	Suora	0	smä	3.6.2004	2011	0,1	2,0	Aukee	Penger	6143	3,0	-	x	Tie	16,25
14	12.00	1921	Suora	0	smä	3.6.2004	2011	0,2	2,4	Aukee	Penger	6143	2,9	-	x	Tie	20,86
15	12.00	3004	Suora	0	ab	ei tietoa	2011	0,4	3,5	Pulta onv	Penger	6143	1,0	-	x	Pennar	31,70
16	12.00	3004	Suora	0	ab	ei tietoa	2011	0,9	6,6	Pulta onv	Penger	6143	2,4	-	x	Pennar	39,74
17	12.00	3459	Ulkoo	2631	smä	3.6.2004	2011	1,0	2,2	Aukee	Penger	6143	2,5	-	-	Tie	-30,60
18	12.00	3459	Ulkoo	2631	smä	3.6.2004	2011	0,7	1,9	Aukee	Penger	6143	2,5	-	-	Tie	-22,70
19	13.00	1999	Sisä	2122	smä	3.6.2004	2011	0,7	4,1	Pulta onv	Penger	6143	2,4	-	-	Tie	29,72
20	13.00	1999	Sisä	2122	smä	3.6.2004	2011	0,3	4,2	Pulta onv	Penger	6143	2,4	Tasavalli	-	Tie	38,12
21	13.00	3377	Ulkoo	3830	smä	3.6.2004	2011	1,4	0,8	Pulta orivrrv	leikkaus	6143	3,0	-	x	Tie	5,94
22	13.00	3377	Ulkoo	3830	smä	3.6.2004	2011	1,4	0,9	Pulta orivrrv	leikkaus	6143	3,0	-	x	Tie	6,80
23	13.00	3377	Ulkoo	3830	smä	3.6.2004	2011	1,8	0,8	Pulta orivrrv	leikkaus	6143	3,0	-	x	Tie	10,88
24	13.00	3377	Ulkoo	3830	smä	3.6.2004	2011	1,6	0,3	Pulta orivrrv	leikkaus	6143	3,0	-	x	Tie	12,37
25	13.00	4716	Ulkoo	3830	smä	3.10.2008	2011	0,1	4,3	Aukee	Penger	6143	5,0	-	x	Pennar	18,44
26	13.00	4716	Ulkoo	3830	smä	3.10.2008	2011	0,4	8,3	Aukee	Penger	6143	1,0	Tasavalli	-	Tie	41,59
27	13.00	3191	Suora	0	smä	3.6.2004	2011	0,8	4,2	Pulta onv	Penger	6143	2,7	-	x	Tie	9,10
28	13.00	3191	Suora	0	smä	3.6.2004	2011	0,9	4,6	Pulta onv	Penger	6143	2,7	-	x	Tie	14,64
29	13.00	1812	Ulkoo	2122	smä	3.6.2004	2011	1,2	3,3	Pulta orivrrv	Penger	6143	2,6	-	x	Tie	12,00
30	13.00	1812	Ulkoo	2122	smä	3.6.2004	2011	1,2	3,1	Pulta orivrrv	Penger	6143	2,6	-	x	Tie	18,15
31	12.00	2739	Ulkoo	2729	smä	3.6.2004	2011	0,2	2,3	Aukee	Penger	6143	2,7	-	x	Tie	10,84
32	12.00	2739	Ulkoo	2729	smä	3.6.2004	2011	0,2	3,0	Aukee	Penger	6143	2,7	-	x	Tie	16,91
33	12.00	1728	Suora	0	smä	3.6.2004	2011	0,0	3,4	Aukee	Penger	6143	3,0	-	x	Tie	3,85
34	12.00	1728	Suora	0	smä	3.6.2004	2011	0,1	3,5	Aukee	Penger	6143	3,0	-	x	Tie	10,22
35	14.00	579	Sisä	2404	ab	22.10.2001	2011	2,7	4,5	Pulta orivrrv	Penger	6142	3,1	-	x	Tie	-5,52
36	14.00	579	Sisä	2404	ab	22.10.2001	2011	2,4	4,6	Pulta orivrrv	Penger	6142	3,1	-	x	Tie	1,1
37	14.00	1558	Suora	0	smä	8.6.2009	2011	0,0	3,4	Aukee	Penger	6142	2,7	-	x	Tie	-1,4
38	14.00	1558	Suora	0	smä	8.6.2009	2011	0,3	4,0	Aukee	Penger	6142	2,7	-	x	Tie	4,96
39	14.00	2073	Ulkoo	4150	smä	8.6.2009	2011	0,5	0,5	Aukee	Penger	6142	3,6	-	x	Tie	-4,3
40	14.00	2073	Ulkoo	4150	smä	8.6.2009	2011	0,3	0,3	Aukee	Penger	6142	3,6	-	x	Tie	2,92
41	14.00	2801	Ulkoo	3734	smä	3.6.2004	2011	1,5	1,0	Pulta vrv	Penger	6142	2,8	-	x	Tie	-4,91
42	14.00	2801	Ulkoo	3734	smä	3.6.2004	2011	1,5	1,1	Pulta vrv	Penger	6142	2,8	-	x	Tie	1,5
43	14.00	1927	Suora	0	smä	8.6.2009	2011	0,6	4,3	Pulta vrv	leikkaus	6142	3,3	-	x	Tie	0,6
44	14.00	1927	Suora	0	smä	8.6.2009	2011	0,5	4,3	Pulta vrv	leikkaus	6142	3,3	-	x	Tie	0,5
45	14.00	1381	Suora	0	smä	8.6.2009	2011	0,0	2,8	Pulta onv	Penger	6142	2,7	-	x	Tie	0
46	14.00	1381	Suora	0	smä	8.6.2009	2011	0,6	2,6	Pulta onv	Penger	6142	2,7	-	x	Tie	0,6

Ulokkeen reunasta
Ulokkeen reunasta

Postilaatikoista
Postilaatikoista

Liite 3. Mittauspisteiden kuvaus MT1521

Piste	Tiesosa	Pääluuku	Sisä/ulkokärrre	Kaaremaide	Pääjärjestemat.	Pääjärjesteen ldi	Merkinoin ldi	Pituuskat/Poikkikaht	Auheet/puuta	Penger/Leikkaus	Liikennemäärid	Pientareen leveys	Jyrsintä	Pysäkki	Etäisyys pöykästä
1	1 ovv	2000	Sisä	2763	ab	26.7.2011	2011	3,7	4,2	Penger	6755	5,0	-	x	2,05
2	1 ovv	2000	Sisä	2763	ab	26.7.2011	2011	3,3	4,7	Penger	6755	3,5	-	x	8,82
3	1 ovv	2670	Sisä	1704	ab	26.7.2011	2011	0,1	4,0	Penger	6755	5,0	-	x	-2,93
4	1 ovv	2670	Sisä	1704	ab	26.7.2011	2011	0,0	3,4	Penger	6755	4,5	-	x	2,70
5	1 ovv	3405	Sisä	674	ab	26.7.2011	2011	1,1	4,5	Penger	6755	4,1	-	x	4,16
6	1 ovv	3405	Sisä	674	ab	26.7.2011	2011	1,5	4,4	Penger	6755	3,1	-	x	9,29
7	1 ovv	4605	Uho	1245	ab	26.7.2011	2011	0,9	2,6	Penger	6755	3,7	-	x	7,59
8	1 ovv	4605	Uho	1245	ab	26.7.2011	2011	0,8	2,7	Penger	6755	2,4	-	x	13,45
9	1 vrv	4700	Suoma	0	ab	26.7.2011	2011	0,7	1,9	Penger	6755	5,0	-	x	0,00
10	1 vrv	4700	Suoma	0	ab	26.7.2011	2011	0,7	2,2	Penger	6755	4,6	-	x	6,26
11	1 vrv	5200	Sisä	759	ab	26.7.2011	2011	0,5	3,5	Puuta vrv	6755	5,0	-	x	-4,00
12	1 vrv	5200	Sisä	759	ab	26.7.2011	2011	0,7	3,2	Puuta vrv	6755	5,0	-	x	0,38

Liite 5. KT51:n uusien pisteiden paluuheijastavuusmittaukset

[illegible]

Liite 7. Vuorokaudenajan vaikutus paluuheijastavuuteen KT51:llä

Vko	Pis- te	Mit- taus 1	Mittaus 1 (klo)	Kos- teus 1	Mit- taus 2	Mittaus 2 (klo)	Kos- teus 2	Ero- tus	Muu- tos- suhde	Olosuhteet
42	1	23	10.30		46	13.00		23	2,00	Tienpinta kostea 6-9 °C, Tien lämpötila 11 °C
42	2	23	10.30		44	13.00		21	1,91	Tienpinta kostea 6-9 °C, Tien lämpötila 11 °C
43	1	58	11.45	14,2	85	14.15	11,2	27	1,47	Tienpinta kuiva 6-7 °C, Tien lämpötila 9°C
43	2	61	11.45	14,6	94	14.15	11,4	33	1,54	Tienpinta kuiva 6-7 °C, Tien lämpötila 9°C
44	1	70	12.00	11,0	98	14.30	9,0	28	1,40	Tienpinta kuiva 9-10 °C, Tien lämpötila 11°C
44	2	68	12.00	11,7	103	14.30	9,6	35	1,51	Tienpinta kuiva 9-10 °C, Tien lämpötila 11°C
45	1	86	9.40	9,1	80	11.40	10,3	-6	0,93	Tienpinta (-4)°C - (-1)°C, kylmä ja kuiva, Tien lämpötila -1°C
45	2	88	9.40	11,0	85	11.40	11,3	-3	0,97	Tienpinta (-4)°C - (-1)°C, kylmä ja kuiva, Tien lämpötila -1°C
46	1	8	10.10	22,1	9	12.30	30,1	1	1,13	Tien pinta vähän märkä 4-5°C, Tien lämpötila 4°C
46	2	7	10.10	20,7	8	12.30	30,8	1	1,14	Tien pinta vähän märkä 4-5°C, Tien lämpötila 4°C
47	1	10	10.30	50,0	7	12.35	50,0	-3	0,70	Tihkusadetta ja tie märkä 7°C, Tien lämpötila 7°C
47	2	10	10.30	50,0	7	12.35	50,0	-3	0,70	Tihkusadetta ja tie märkä 7°C, Tien lämpötila 7°C
48	1	14	11.25	30,2	15	13.40	21,1	1	1,07	Kostea pinta 6°C, Tien lämpötila 4°C
48	2	14	11.25	31,7	14	13.40	17,4	0	1,00	Kostea pinta 6°C, Tien lämpötila 4°C
49	1	13	11.05	26,4	7	13.25	50,0	-6	0,54	Kostea pinta (-1)-0°C. Tien lämpötila 0°C
49	2	9	11.05	32,8	5	13.25	50,0	-4	0,56	Kostea pinta (-1)-0°C. Tien lämpötila 0°C
50	1	13	11.10	17,7	14	13.35	20,2	1	1,08	Tien pinta vähän märkä 3°C, Tien lämpötila 4°C
50	2	13	11.10	18,8	11	13.35	24,3	-2	0,85	Tien pinta vähän märkä 3°C, Tien lämpötila 4°C
52	1	13	10.20	24,6	10	12.30	21,3	-3	0,77	Tien pinta kostea 2°C, Tien lämpötila 3°C
52	2	11	10.20	21,9	9	12.30	21,8	-2	0,82	Tien pinta kostea 2°C, Tien lämpötila 3°C
1	1	16	10.25	48,0	12	12.50	34,0	-4	0,75	Tien pinta kostea 2°C, Tien lämpötila -1°C
1	2	14	10.25	40,0	12	12.50	50,0	-2	0,86	Tien pinta kostea 2°C, Tien lämpötila -1°C
2	1	7	10.10	50,0	1	12.18	50,0	-6	0,14	Tie vähän märkä 1-2°C, Tien lämpötila 0°C
2	2	11	10.10	50,0	4	12.18	50,0	-7	0,36	Tie vähän märkä 1-2°C, Tien lämpötila 0°C
14	1	60	10.40	15,8	73	12.40	15,2	13	1,22	Tie pölyinen ja vähän likainen 3-5°C, Tien lämpötila 15°C
14	2	57	10.40	18,2	68	12.40	16,7	11	1,19	Tie pölyinen ja vähän likainen 3-5°C, Tien lämpötila 15°C
15	1	74	10.40	11,9	81	12.33	14,2	7	1,09	Tie kuiva ja pölyinen 5-6°C, Tien lämpötila 12°C
15	2	73	10.40	16,0	80	12.33	14,3	7	1,10	Tie kuiva ja pölyinen 5-6°C, Tien lämpötila 12°C
17	1	68	10.40	13,7	72	12.25	15,6	4	1,06	Tie ensimmäisellä mittauksella vähän kostea ja toisella kuiva 9-10°C, Tien lämpötila 25°C
17	2	70	10.40	15,4	78	12.25	18,6	8	1,11	Tie ensimmäisellä mittauksella vähän kostea ja toisella kuiva 9-10°C, Tien lämpötila 25°C
18	1	103	10.35	13,6	101	12.30	12,0	-2	0,98	Tie kuiva 7-8°C, Tien lämpötila 20°C
18	2	98	10.35	14,8	101	12.30	13,8	3	1,03	Tie kuiva 7-8°C, Tien lämpötila 20°C
19	1	7	10.45	23,2	11	12.05	20,9	4	1,57	Tie märkä ja vesisadetta 9-10°C, Tien lämpötila 16°C
19	2	6	10.45	28,5	13	12.05	28,4	7	2,17	Tie märkä ja vesisadetta 9-10°C, Tien lämpötila 16°C
20	1	92	10.50	14,6	102	12.50	9,2	10	1,11	Tie vähän kostea ensimmäisessä mittauksessa ja toisessa kuiva 9°C, Tien lämpötila 16°C
20	2	75	10.50	12,8	91	12.50	11,4	16	1,21	Tie vähän kostea ensimmäisessä mittauksessa ja toisessa kuiva 9°C, Tien lämpötila 16°C
21	1	114	10.55	12,9	105	12.50	16,4	-9	0,92	Tie kuiva 14-15°C, Tien lämpötila 35°C

21	2	89	10.55	13,0	91	12.50	14,7	2	1,02	Tie kuiva 14-15°C, Tien lämpötila 35°C
22	1	107	10.55	9,1	110	12.50	8,4	3	1,03	Tie kuiva 11-13°C, Tien lämpötila 20°C
22	2	100	10.55	13,6	91	12.50	14,7	-9	0,91	Tie kuiva 11-13°C, Tien lämpötila 20°C
23	1	123	10.40	8,8	124	12.30	13,3	1	1,01	Tie kuiva 12-15°C, Tien lämpötila 31°C
23	2	117	10.40	10,3	107	12.30	12,1	-10	0,91	Tie kuiva 12-15°C, Tien lämpötila 31°C
24	1	123	10.45	5,3	124	12.30	9,4	1	1,01	Tie kuiva 20°C, Tien lämpötila 42°C
24	2	123	10.45	6,4	123	12.30	7,6	0	1,00	Tie kuiva 20°C, Tien lämpötila 42°C
25	1	131	10.50	10,5	132	12.45	7,0	1	1,01	Tie kuiva 16-18°C, Tien lämpötila 35°C
25	2	130	10.50	10,3	130	12.45	8,5	0	1,00	Tie kuiva 16-18°C, Tien lämpötila 35°C
26	1	130	10.45	12,5	128	12.40	13,8	-2	0,98	Tie kuiva 16°C, Tien lämpötila 32°C
26	2	131	10.45	13,0	128	12.40	12,2	-3	0,98	Tie kuiva 16°C, Tien lämpötila 32°C
27	1	124	10.40	11,3	122	12.40	8,5	-2	0,98	Tie kuiva 21°C, Tien lämpötila 35°C
27	2	131	10.40	13,8	128	12.40	13,5	-3	0,98	Tie kuiva 21°C, Tien lämpötila 35°C
28	1	128	11.15	12,2	120	13.50	12,3	-8	0,94	Tie kuiva 19-20°C, Tien lämpötila 33°C
28	2	133	11.15	12,4	129	13.50	14,3	-4	0,97	Tie kuiva 19-20°C, Tien lämpötila 33°C
29	1	140	11.20	11,8	139	13.30	6,8	-1	0,99	Tie kuiva 19-20°C, Tien lämpötila 36°C
29	2	142	11.20	15,1	139	13.30	13,4	-3	0,98	Tie kuiva 19-20°C, Tien lämpötila 36°C
30	1	130	11.00	12,8	128	13.45	13,5	-2	0,98	Tie kuiva 22-26°C, Tien lämpötila 42°C
30	2	139	11.00	11,6	133	13.45	9,4	-6	0,96	Tie kuiva 22-26°C, Tien lämpötila 42°C
31	1	123	11.05	11,4	116	13.30	8,5	-7	0,94	Tie kuiva 20-21°C, Tien lämpötila 27°C
31	2	136	11.05	11,8	127	13.30	11,4	-9	0,93	Tie kuiva 20-21°C, Tien lämpötila 27°C
32	1	123	10.00	7	121	12.40	8,0	-2	0,98	Tie kuiva 13-14°C, tien lämpötila 34°C
32	2	127	10.00	13,1	129	12.40	7,7	2	1,02	Tie kuiva 13-14°C, tien lämpötila 34°C
33	1	117	10.30	13,4	102	12.30	12,4	-15	0,87	Tie kuiva 19-23°C, Tien lämpötila 35°C
33	2	127	10.30	12,7	123	12.30	12,6	-4	0,97	Tie kuiva 19-23°C, Tien lämpötila 35°C
34	1	136	10.35	10,1	125	12.34	11,9	-11	0,92	Tie kuiva lämpötila 15-16°C, Tien lämpötila 22°C
34	2	133	10.35	12,4	132	12.34	13,5	-1	0,99	Tie kuiva lämpötila 15-16°C, Tien lämpötila 22°C
35	1	123	10.45	11,1	124	14.23	11,3	1	1,01	Tie kuiva 17°C, Tien lämpötila 30°C
35	2	131	10.45	13,2	133	14.23	8,9	2	1,02	Tie kuiva 17°C, Tien lämpötila 30°C

Liite 8. KT51:n paluuheijastavuusmittausten tulokset

P/M	Piste	Tiesosa	Paalutuku	Mittaus1	Mittaus2	Mittaus3	KA	Huom!
Vko 41 (14.10.)	1	9	2152	121	119	119	120	Tierpinta kuva 6-8°C, Tien lämpötila 11°C
klo 9.30	2	9	2152	130	132	129	130	
	3	9	3544	161	161	162	161	
	4	9	3544	255	261	260	259	
	5	11	652	140	141	134	138	
	6	11	652	140	144	139	141	
	7	11	1681	138	140	139	139	
	8	11	1681	134	132	135	134	
	9	11	2475	321	320	322	321	
	10	11	2475	273	270	274	272	
	11	12	81	133	135	134	134	
	12	12	81	164	164	165	164	
	13	12	1921	302	298	297	299	
	14	12	1921	283	278	280	280	
	15	12	3004	232	237	235	235	
	16	12	3004	131	129	129	130	
	17	12	3489	266	264	267	266	
	18	12	3489	284	283	281	283	
	19	13	1999	119	121	123	121	
	20	13	1999	206	204	203	204	
	21	13	3377	185	184	181	183	
	22	13	3377	188	191	189	189	
	23	13	3377	186	186	184	185	
	24	13	3377	166	167	167	167	
	25	13	1484	188	186	187	187	Hetsinkin päin
	26	13	1484	129	128	130	129	
	27	13	3009	169	168	169	169	
	28	13	3009	173	172	174	173	
	29	13	4388	208	209	209	209	
	30	13	4388	214	215	215	215	
	31	12	1461	130	129	130	130	
	32	12	1461	138	136	137	137	
	33	12	2472	160	158	160	159	
	34	12	2472	187	187	185	186	
P/M	Piste	Tiesosa	Paalutuku	Mittaus1	Mittaus2	Mittaus3	KA	Huom!
Vko 42 (20.10.)	1	9	2152	21	23	23	22	RH 42, klo 13 mittaus=46
klo 10.30	2	9	2152	24	24	23	24	klo 13 mittaus=44
	3	9	3544	61	61	62	61	klo 13 mittaus=72
	4	9	3544	63	65	64	64	RH 45, klo 13 mittaus=116
	5	11	652	39	41	39	40	
	6	11	652	35	35	35	35	
	7	11	1681	24	25	24	24	
	8	11	1681	19	19	20	19	RH 50
	9	11	2475	31	33	32	32	
	10	11	2475	32	32	32	32	RH 51
	11	12	81	33	34	34	34	RH 53
	12	12	81	34	35	35	35	
	13	12	1921	70	70	69	70	RH 51
	14	12	1921	66	67	67	66	
	15	12	3004	21	21	21	21	RH 53
	16	12	3004	14	16	14	15	
	17	12	3489	73	71	71	72	RH 52
	18	12	3489	78	79	78	78	
	19	13	1999	46	45	45	45	RH 50
	20	13	1999	47	46	46	46	
	21	13	3377	43	39	42	41	RH 54
	22	13	3377	37	38	38	38	
	23	13	3377	43	43	43	43	
	24	13	3377	44	45	45	45	
	25	13	1484	47	48	48	48	RH 53
	26	13	1484	55	55	54	55	
	27	13	3009	34	35	34	34	
	28	13	3009	40	39	38	39	RH 55
	29	13	4388	62	64	64	63	
	30	13	4388	58	58	58	58	
	31	12	1461	55	55	55	55	
	32	12	1461	48	48	49	48	
	33	12	2472	94	93	89	92	RH 59
	34	12	2472	148	144	144	145	RH 60, vähän kostea
P/M	Piste	Tiesosa	Paalutuku	Mittaus1	Mittaus2	Mittaus3	KA	Kosteus
Vko 43 (27.10.)	1	9	2152	58	58	57	58	14.2 Kosteus, Piste 2.5 tuntia myöhemmin kosteus 11,2, mittaus 85
klo 11.45	2	9	2152	61	61	61	61	14.6 Kosteus, Piste 2.5 tuntia myöhemmin kosteus 11,4, mittaus 94
	3	9	3544	162	161	166	163	13, 1
	4	9	3544	165	165	165	165	11,6
	5	11	652	95	96	95	95	12, 1 Piste kasteittin -> kosteus 33,9, mittaus 9, 2 tuntia myöhemmin kosteus 11,2, n
	6	11	652	100	97	102	100	14,3
	7	11	1681	138	138	140	139	9,9
	8	11	1681	152	153	153	152	10, 1
	9	11	2475	257	259	258	258	12,3
	10	11	2475	244	241	239	241	11, 1
	11	12	81	107	107	108	107	12,2
	12	12	81	134	135	134	134	13,3
	13	12	1921	231	236	233	233	12,4
	14	12	1921	218	219	223	220	10,2
	15	12	3004	269	265	265	266	9
	16	12	3004	119	119	120	119	11,4
	17	12	3489	203	206	204	204	13,6
	18	12	3489	227	231	230	229	13,6
	19	13	1999	87	87	90	88	11,6
	20	13	1999	132	131	131	131	11,9
	21	13	3377	166	167	165	166	10,6
	22	13	3377	173	176	176	175	13,7
	23	13	3377	160	161	158	160	11,3
	24	13	3377	152	153	149	151	11,6
	25	13	1484	143	143	142	143	12,3
	26	13	1484	116	115	116	116	11,2
	27	13	3009	138	139	137	138	11
	28	13	3009	127	126	127	127	10,2
	29	13	4388	181	180	181	181	10,9
	30	13	4388	166	167	167	167	14
	31	12	1461	73	74	74	73	13,3
	32	12	1461	48	49	49	49	10,9
	33	12	2472	143	141	138	141	10,9
	34	12	2472	156	161	157	158	11
P/M	Piste	Tiesosa	Paalutuku	Mittaus1	Mittaus2	Mittaus3	KA	Kosteus
Vko 44 (4.11.)	1	9	2152	70	70	69	70	11 Kosteus, Piste 2.5 h myöhemmin kosteus 9,0, mittaus 98
klo 12.00	2	9	2152	68	69	68	68	11,7 Kosteus, Piste 2.5 h myöhemmin kosteus 9,6, mittaus 103
	3	9	3544	135	135	137	136	12,7 Kosteus
	4	9	3544	136	136	131	134	
	5	11	652	110	108	110	109	9,1
	6	11	652	66	63	64	64	11,3
	7	11	1681	11	85	87	86	5,3
	8	11	1681	94	95	94	94	9,3
	9	11	2475	178	179	181	179	10
	10	11	2475	167	168	167	167	8,8
	11	12	81	93	91	88	91	10,4
	12	12	81	119	119	116	118	12,2
	13	12	1921	193	190	192	192	9,8
	14	12	1921	189	190	192	190	8,4
	15	12	3004	129	132	129	130	9,9
	16	12	3004	67	68	65	67	10,5
	17	12	3489	188	185	189	187	10,7
	18	12	3489	207	208	206	207	11,2
	19	13	1999	110	105	108	108	8,7
	20	13	1999	159	156	156	157	11
	21	13	3377	141	143	146	143	11
	22	13	3377	136	137	139	137	9,9
	23	13	3377	138	134	135	136	9,9
	24	13	3377	136	136	137	136	11
	25	13	1484	154	154	153	154	11,2
	26	13	1484	122	123	120	122	10,7
	27	13	3009	117	119	118	118	11,1 Pisteestä läheltä suoritettiin harjaus: mittaus ennen 120, jälkeen 110
	28	13	3009	119	119	117	118	9,5 Pisteestä läheltä suoritettiin harjaus: mittaus ennen 105, jälkeen 91
	29	13	4388	156	154	154	155	9,4
	30	13	4388	154	152	153	153	9,5
	31	12	1461	47	50	50	49	13,6 Kosteus
	32	12	1461	34	35	35	35	12,8 Kosteus
	33	12	2472	122	123	118	121	10,1 Kosteus
	34	12	2472	125	125	125	125	9,9 Kosteus
P/M	Piste	Tiesosa	Paalutuku	Mittaus1	Mittaus2	Mittaus3	KA	Kosteus
Vko 45 (10.11.)	1	9	2152	87	87	85	86	9,1
klo 9.40	2	9	2152	88	88	88	88	11
	3	9	3544	158	161	157	159	13,7
	4	9	3544	222	225	221	223	10,7
	5	11	652	139	138	139	139	9,8
	6	11	652	142	145	146	144	9,2
	7	11	1681	107	107	108	107	9,1
	8	11	1681	121	121	121	121	10,8
	9	11	2475	215	217	214	215	10,7
	10	11	2475	201	197	200	199	9,2
	11	12	81	96	97	96	96	9,1
	12	12	81	130	130	128	129	11,8
	13	12	1921	215	215	213	214	10
	14	12	1921	208	209	208	208	10,2
	15	12	3004	188	187	187	187	9
	16	12	3004	111	112	112	112	10,8
	17	12	3489	207	207	211	208	10,5
	18	12	3489	236	237	235	236	12,7
	19	13	1999	111	112	114	112	10
	20	13	1999	176	177	177	177	11,8
	21	13	3377	144	139	142	142	8,8
	22	13	3377	136	136	136	136	11,5
	23	13	3377	144	145	142	144	11,7
	24	13	3377	130	129	128	129	13,7
	25	13	1484	138	138	138	138	16
	26	13	1484	113	112	112	112	13,4
	27	13	3009	139	138	138	138	13,7

30	13	2488	169	187	486	187	9,5		
31	12	1461	141	143	45	44	13,9		-1
32	12	1461	141	140	41	41	13,7		
33	12	2472	124	124	124	124	10,4		
34	12	2472	141	142	143	142	10,9		

PVM	Piste	Tiesoa	Paaluluku	Mittaus1	Mittaus2	Mittaus3	KA	Kosteus	Huomi	Tien pinta vähän märkä 4-5°C, Tien lämpötila 4°C
Vko 46 (18.11.) klo 10.10	1	2	9	2152	7	8	7	8	22,1	Piste 12.30 mittaus 9, kosteus 30,1
	2	3	9	2152	7	7	7	7	20,7	Piste 12.30 mittaus 8, kosteus 30,8
	3	9	3544	17	18	18	18	18	26	
	4	9	3544	17	19	17	17	18	27,9	
	5	11	652	11	11	13	13	12	40,3	
	6	11	652	10	10	10	10	10	50	
	7	11	1681	14	14	14	14	14	50	
	8	11	1681	12	12	11	11	12	50	
	9	11	2475	17	17	17	17	17	50	
	10	11	2475	19	20	20	20	20	50	
	11	12	81	13	12	14	13	13	36,3	
	12	81	11	11	11	11	11	11	33,8	
	13	12	1921	36	36	36	36	38	32,6	
	14	12	1921	41	41	41	41	41	24,6	
	15	12	3004	8	8	5	5	8	50	
	16	12	3004	6	6	6	6	6	50	
	17	12	3489	32	31	33	33	32	29,1	
	18	12	3489	30	29	30	30	30	35,2	
	19	13	1999	36	35	35	35	35	26,8	
	20	13	1999	41	41	40	40	41	25,4	
	21	13	3377	18	18	19	19	18	34,9	
	22	13	3377	24	23	24	24	24	46,5	
	23	13	3377	21	21	21	21	21	31,1	
	24	13	3377	22	21	22	22	22	28,6	
	25	1484	10	10	10	10	10	10	50	
	26	1484	6	5	6	5	5	6	50	
	27	13	3009	16	16	15	15	16	24,8	
	28	13	3009	16	16	17	16	16	29,8	
	29	13	4388	36	36	36	36	36	30,2	
	30	13	4388	32	32	32	32	32	21	
	31	12	1461	24	22	23	23	23	18,7	
	32	12	1461	20	20	20	20	20	26,9	
	33	12	2472	30	31	31	31	31	30,1	
	34	12	2472	29	28	29	29	29	33	

PVM	Piste	Tiesoa	Paaluluku	Mittaus1	Mittaus2	Mittaus3	KA	Kosteus	Huomi	Tinkusadetta ja tie märkä 7°C, Tien lämpötila 7°C
Vko 46 (25.11.) klo 10.30	1	2	9	2152	10	10	10	10	50	Piste klo 12.35 mittaus 7
	2	3	9	2152	10	10	10	10	50	Piste klo 12.35 mittaus 7
	3	9	3544	27	27	27	27	27	50	
	4	9	3544	6	6	7	6	6	50	
	5	11	652	9	8	9	9	9	50	
	6	11	652	14	12	11	11	12	50	
	7	11	1681	13	13	14	14	14	50	
	8	11	1681	11	13	11	11	12	50	
	9	11	2475	12	12	13	12	13	50	
	10	11	2475	16	16	15	15	16	50	
	11	12	81	8	9	9	9	9	50	
	12	81	5	5	5	5	5	5	50	
	13	12	1921	13	12	13	13	13	50	
	14	12	1921	31	32	31	31	31	50	
	15	12	3004	4	4	4	4	4	50	
	16	12	3004	5	6	5	5	6	50	
	17	12	3489	21	22	21	21	22	50	
	18	12	3489	27	26	27	27	27	50	
	19	13	1999	24	25	26	26	26	50	
	20	13	1999	11	12	12	12	12	50	
	21	13	3377	13	12	12	12	12	50	
	22	13	3377	18	18	18	18	18	50	
	23	13	3377	15	15	15	15	15	50	
	24	13	3377	16	17	17	17	17	50	
	25	1484	1	1	1	1	1	1	50	
	26	13	1484	2	2	2	2	2	50	
	27	13	3009	1	1	1	1	1	50	
	28	13	3009	3	4	4	4	4	50	
	29	13	4388	23	24	24	24	24	50	
	30	13	4388	19	19	20	20	19	50	
	31	12	1461	15	16	17	17	16	50	
	32	12	1461	18	16	16	16	17	50	
	33	12	2472	10	10	10	10	10	50	
	34	12	2472	15	16	16	16	16	50	

PVM	Piste	Tiesoa	Paaluluku	Mittaus1	Mittaus2	Mittaus3	KA	Kosteus	Huomi	Kostea pinta 6°C, Tien lämpötila 4°C
Vko 46 (2.12.) klo 11.25	1	2	9	2152	14	14	14	14	30,2	Piste klo 13.40 mittaus 15, kosteus 21,1
	2	3	9	2152	15	14	14	14	31,7	Piste klo 13.40 mittaus 14, kosteus 17,4
	3	9	3544	27	27	28	28	27	25,5	
	4	9	3544	32	32	32	32	28	28,6	
	5	11	652	28	28	28	28	24	24	
	6	11	652	23	23	24	24	23	30,6	
	7	11	1681	20	20	20	20	20	38,5	
	8	11	1681	18	17	17	17	17	26,2	
	9	11	2475	26	26	26	26	26	30,6	
	10	11	2475	24	24	24	24	24	38	
	11	12	81	15	15	15	15	15	21,2	
	12	12	81	28	28	26	26	27	24,3	
	13	12	1921	43	43	43	43	43	23,8	
	14	12	1921	48	48	47	47	47	19,1	
	15	12	3004	22	22	22	22	22	26,8	
	16	12	3004	10	9	9	9	9	22,7	
	17	12	3489	53	52	52	52	52	20,4	
	18	12	3489	61	61	62	61	61	22,4	
	19	13	1999	41	41	41	41	41	33,2	
	20	13	1999	62	50	62	51	51	22,7	
	21	13	3377	30	29	30	30	30	22,6	
	22	13	3377	34	32	34	33	33	25,6	
	23	13	3377	33	33	33	33	33	22,4	
	24	13	3377	34	35	34	34	34	25	
	25	1484	19	19	19	19	19	19	30,4	
	26	13	1484	28	29	29	29	29	22,5	
	27	13	3009	41	40	41	41	41	19,5	
	28	13	3009	41	41	42	41	42	17	
	29	13	4388	54	52	52	53	53	17,4	
	30	13	4388	49	49	49	49	49	17,7	
	31	12	1461	40	40	41	40	40	22,6	
	32	12	1461	45	45	44	46	46	17,7	
	33	12	2472	49	50	49	50	50	17,7	
	34	12	2472	71	71	71	71	71	16	

PVM	Piste	Tiesoa	Paaluluku	Mittaus1	Mittaus2	Mittaus3	KA	Kosteus	Huomi	Kostea pinta (-1)-0°C, Tien lämpötila 0°C	
Vko 49 (9.12.) klo 11.05	1	2	9	2152	13	12	13	13	26,4	Piste klo 13.25 mittaus 7, kosteus 50, pinta märkä	
	2	3	9	2152	8	9	9	9	22,6	Piste klo 13.25 mittaus 5, kosteus 50, pinta märkä	
	3	9	3544	42	42	41	42	23,5			
	4	9	3544	25	25	26	25	24,4			
	5	11	652	23	23	24	23	28,8			
	6	11	652	17	17	17	17	27,6			
	7	11	1681	8	8	7	8	50	Märkä		
	8	11	1681	5	5	4	5	50	Märkä		
	9	11	2475	8	9	9	9	50	Märkä		
	10	11	2475	11	13	12	12	50	Märkä		
	11	12	81	13	13	13	13	27,9	Märkä		
	12	12	81	27	28	26	27	27,3	Märkä		
	13	12	1921	71	72	73	72	72	29,5		
	14	12	1921	64	63	63	63	63	29,1		
	15	12	3004	11	12	12	12	12	36,8		
	16	12	3004	11	11	11	11	11	42,0	Lumesade -1°C	
	17	12	3489	75	75	77	76	77	37,3		
	18	12	3489	84	84	85	84	85	24,2		
	19	13	1999	35	35	35	35	35	31,7		
	20	13	1999	61	61	61	61	61	27,9		
	21	13	3377	46	44	44	44	44	35,3		
	22	13	3377	44	44	44	44	44	22,9		
	23	13	3377	46	46	45	46	46	27,3		
	24	13	3377	44	45	44	44	44	27,2		
	25	13	1484	10	10	10	10	10	38,6	Lumesade -1°C	
	26	13	1484	9	9	9	9	9	42,0	Lumesade -1°C	
	27	13	3009	16	16	16	16	16	42,6	Lumesade -1°C	
	28	13	3009	21	21	21	21	21	36,8	Lumesade -1°C	
	29	13	4388	25	25	25	25	25	40,2	Lumesade -1°C	
	30	13	4388	24	25	24	24	24	40,2	Lumesade -1°C	
	31	12	1461	23	23	23	23	23	44,8	Lumesade -1°C	
	32	12	1461	19	21	22	22	22	50	Lumesade -1°C	
	33	12	2472	37	38	39	38	38	27,9	Lumesade -1°C	
	34	12	2472	38	38	39	38	38	26,5	Lumesade -1°C	

PVM	Piste	Tiesoa	Paaluluku	Mittaus1	Mittaus2	Mittaus3	KA	Kosteus	Huomi	Tien pinta vähän märkä 3°C, Tien lämpötila 4°C
Vko 50 (15.12.) klo 11.10	1	2	9	2152	13	13	13	13	17,7	Piste klo 13.35 mittaus 14, kosteus 20,2
	2	3	9	2152	13	14	13	13	18,6	Piste klo 13.35 mittaus 11, kosteus 24,3
	3	9	3544	30	30	31	30	27,1		
	4	9	3544	26	25	25	25	26,9		
	5	11	652	16	15	16	16	17,4		
	6	11	652	14	14	14	14	24,4		
	7	11	1681	9	10	10	10	24,6		
	8	11	1681	7	7	6	7	21,6		
	9	11	2475	14	13	14	14	26,7		
	10	11	2475	15	15	15	15	26,6		
	11	12	81	9	11	9	10	16,6		
	12	12	81	19	19	19	19	14,8		
	13	12	1921	36	35	36	36	17,6		
	14	12	1921	31	31	31	31	15,7		
	15	12	3004	9	9	9	9	11,1		
	1									

	27	13	3009	17	17	17	17	19	Kosteus		
	28	13	3009	21	21	21	21	19,1	Kosteus		
	29	13	4388	36	36	36	36	17,4	Kosteus		
	30	13	4388	37	37	37	37	16,6	Kosteus		
	31	12	1461	36	35	36	36	15,9	Kosteus		
	32	12	1461	31	31	31	31	17,2	Kosteus		
	33	12	2472	42	41	41	41	15	Kosteus		
	34	12	2472	53	50	53	53	13,6	Kosteus		
PVM	Piste	Tieosa	Paaluluku	Mittaus1	Mittaus2	Mittaus3	KA	Kosteus	Huomi	Lunta viivan päällä (-1)-0°C, Tien lämpötila 0°C	
Vko 51 (21.12.)	1	9	2152	0	0	0	0	0	50	Ei näy, Näkyy huonosti 12.33	
klo 10.25	2	9	2152	0	0	0	0	0	0	Ei näy, Näkyy huonosti 12.33	
	3	9	3544	0	0	0	0	0	0	Ei näy, Näkyy 12.32	
	4	9	3544	0	0	0	0	0	0	Ei näy, Näkyy 12.32	
	5	11	652	0	0	0	0	0	0	Ei näy, Näkyy 12.25	
	6	11	652	0	0	0	0	0	0	Ei näy, Näkyy 12.25	
	7	11	1681	5	5	5	5	5	50		
	8	11	1681	6	7	6	6	6	50		
	9	11	2475	6	8	7	7	7	50	0°C	
	10	11	2475	6	6	6	6	6	50	0°C	
	11	12	81	5	4	4	4	4	50	Lumetonta	
	12	12	81	6	6	6	6	6	50	Lumetonta	
	13	12	1921	8	8	8	8	8	50	Sorjoo	
	14	12	1921	5	5	5	5	5	50	Sorjoo	
	15	12	3004	5	5	5	5	5	50	Märkä	
	16	12	3004	3	3	4	3	3	50	Märkä	
	17	12	3489	16	16	14	16	16	50	Märkä	
	18	12	3489	16	16	16	16	16	50	Märkä	
	19	13	1999	17	18	17	17	17	50	Rantasadet	
	20	13	1999	21	21	21	21	21	50	Rantasadet	
	21	13	3377	16	15	15	15	15	50	Rantasadet	
	22	13	3377	12	12	11	12	12	50	Rantasadet	
	23	13	3377	21	21	21	21	21	50	Rantasadet	
	24	13	3377	20	20	20	20	20	50	Rantasadet	
	25	13	1484	0	0	0	0	0	50	Ei näy, kova lumesade, runsaasti sorjoo	
	26	13	1484	0	0	0	0	0	50	Ei näy, kova lumesade, runsaasti sorjoo	
	27	13	3009	13	13	13	13	13	50	kova lumesade, runsaasti sorjoo	
	28	13	3009	12	13	13	13	13	50	kova lumesade, runsaasti sorjoo	
	29	13	4388	12	12	13	13	12	50	Märkä -1°C	
	30	13	4388	11	11	11	11	11	50	Märkä -1°C	
	31	12	1461	21	22	22	22	22	50	0°C	
	32	12	1461	22	23	22	22	22	50	0°C	
	33	12	2472	13	15	15	15	15	50	0°C	
	34	12	2472	17	17	17	17	17	50	0°C	
PVM	Piste	Tieosa	Paaluluku	Mittaus1	Mittaus2	Mittaus3	KA	Kosteus	Huomi	Tien pinta kostea 2°C, Tien lämpötila 3°C	
Vko 52 (30.12.)	1	9	2152	14	13	13	13	13	24,6	Piste klo 12.30 mittaus 10, kosteus 21,3	
klo 10.20	2	9	2152	11	12	11	11	11	21,9	Piste klo 12.30 mittaus 9, kosteus 21,9	
	3	9	3544	31	30	31	31	31	21,1		
	4	9	3544	38	39	38	38	38	19		
	5	11	652	24	24	24	24	24	11,5		
	6	11	652	20	20	21	20	20	19,1		
	7	11	1681	13	13	13	13	13	22,4		
	8	11	1681	8	8	8	8	8	25,9		
	9	11	2475	13	13	13	13	13	19,2		
	10	11	2475	16	16	16	16	16	26,4		
	11	12	81	5	5	5	5	5	13,6		
	12	12	81	12	11	12	12	12	16,5		
	13	12	1921	42	44	44	43	43	21,3		
	14	12	1921	33	33	33	33	33	18		
	15	12	3004	12	12	11	12	11	27,7	Likaisia	
	16	12	3004	8	8	7	8	7	27,9	Likaisia	
	17	12	3489	32	32	32	32	32	13,7	Tinkusade	
	18	12	3489	28	29	29	28	28	18,5	Tinkusade	
	19	13	1999	28	28	27	28	28	19,5	Tinkusade	
	20	13	1999	38	38	38	38	38	15,7	Tinkusade	
	21	13	3377	18	18	18	18	18	18	Tinkusade	
	22	13	3377	27	26	27	27	27	10,6	Tinkusade	
	23	13	3377	30	30	30	30	30	14,2	Tinkusade	
	24	13	3377	27	27	26	27	27	18,8	Tinkusade	
	25	13	1484	8	8	8	8	8	24,9		
	26	13	1484	14	15	15	15	15	15,8		
	27	13	3009	11	11	10	11	10	21,8		
	28	13	3009	15	16	16	16	16	19,4		
	29	13	4388	29	30	30	29	29	13,3		
	30	13	4388	24	24	23	24	23	16,7		
	31	12	1461	17	18	18	18	18	10,5		
	32	12	1461	18	18	19	18	18	16,7		
	33	12	2472	15	15	15	15	15	7,8		
	34	12	2472	18	17	17	17	17	13,6		
PVM	Piste	Tieosa	Paaluluku	Mittaus1	Mittaus2	Mittaus3	KA	Kosteus	Huomi	Tien pinta kostea 2°C, Tien lämpötila -1°C	
Vko 1 (5.1.)	1	9	2152	17	16	16	16	16	48	Piste klo 12.50 mittaus 12, kosteus 34	
klo 10.25	2	9	2152	13	14	14	14	14	40	Piste klo 12.50 mittaus 12, kosteus 50	
	3	9	3544	33	33	33	33	33	41,3		
	4	9	3544	25	24	25	25	25	39		
	5	11	652	20	20	20	20	20	43		
	6	11	652	23	23	23	23	23	40		
	7	11	1681	16	16	15	16	15	50		
	8	11	1681	13	13	13	13	13	47		
	9	11	2475	13	13	13	13	13	50		
	10	11	2475	17	16	16	16	16	43		
	11	12	81	5	5	6	5	6	28		
	12	12	81	11	11	11	11	11	32		
	13	12	1921	28	30	30	29	29	28		
	14	12	1921	22	23	22	22	22	40		
	15	12	3004	5	5	4	5	5	50		
	16	12	3004	7	8	7	7	7	50		
	17	12	3489	42	43	43	43	43	40		
	18	12	3489	33	33	34	33	33	37		
	19	13	1999	26	26	26	26	26	39		
	20	13	1999	24	24	26	24	24	40		
	21	13	3377	18	18	19	18	18	27		
	22	13	3377	24	25	25	25	25	24		
	23	13	3377	29	29	28	29	29	35		
	24	13	3377	25	25	25	25	25	38		
	25	13	1484	10	10	10	10	10	50		
	26	13	1484	8	8	8	8	8	50		
	27	13	3009	29	29	29	29	29	33		
	28	13	3009	28	28	27	28	28	40		
	29	13	4388	36	35	34	36	35	28		
	30	13	4388	33	33	33	33	33	32		
	31	12	1461	24	24	25	24	24	38		
	32	12	1461	27	27	27	27	27	32		
	33	12	2472	23	23	24	23	23	31		
	34	12	2472	40	41	40	40	40	25		
PVM	Piste	Tieosa	Paaluluku	Mittaus1	Mittaus2	Mittaus3	KA	Kosteus	Huomi	Tie vähän märkä 1-2°C, Tien lämpötila 0°C	
Vko 2 (12.1.)	1	9	2152	7	7	7	7	7	50	märkä	
klo 10.10	2	9	2152	11	11	11	11	11	50	märkä	
	3	9	3544	14	14	14	14	14	28,4		
	4	9	3544	12	12	12	12	12	32		
	5	11	652	7	6	6	6	6	50		
	6	11	652	10	10	10	10	10	50		
	7	11	1681	9	9	10	9	9	50		
	8	11	1681	12	12	12	12	12	50		
	9	11	2475	15	15	15	15	15	50		
	10	11	2475	20	19	19	19	19	50		
	11	12	81	3	3	3	3	3	37		
	12	12	81	7	7	7	7	7	50	Tinkusade	
	13	12	1921	21	21	21	21	21	50	Tinkusade	
	14	12	1921	12	12	12	12	12	50	Tinkusade	
	15	12	3004	4	4	4	4	4	50	Tinkusade	
	16	12	3004	4	4	4	4	4	50	Tinkusade	
	17	12	3489	24	26	26	26	26	50	Tinkusade	
	18	12	3489	17	18	18	18	18	50	Tinkusade	
	19	13	1999	17	17	17	17	17	50	Tinkusade	
	20	13	1999	24	24	24	24	24	50	Tinkusade	
	21	13	3377	10	10	10	10	10	50	Sade ja märkä 1°C	
	22	13	3377	15	16	16	16	16	50	Sade ja märkä 1°C	
	23	13	3377	11	12	14	12	12	50	Sade ja märkä 1°C	
	24	13	3377	15	15	15	15	15	50	Sade ja märkä 1°C	
	25	13	1484	3	3	3	3	3	50	Sade ja märkä 1°C	
	26	13	1484	2	3	3	3	3	50	Sade ja märkä 1°C	
	27	13	3009	2	2	2	2	2	50	Sade ja märkä 1°C	
	28	13	3009	3	3	3	3	3	50	Sade ja märkä 1°C	
	29	13	4388	22	23	24	23	23	50	Sade ja märkä 1°C	
	30	13	4388	12							



		24	13	3377	0	0	0	0	50		
		25	13	1484	0	0	0	0	50		
		26	13	1484	0	0	0	0	50		
		27	13	3009	0	0	0	0	50		
		28	13	3009	0	0	0	0	50		
		29	13	4388	0	0	0	0	50		
		30	13	4388	0	0	0	0	50		
		31	12	1461	0	0	0	0	50		
		32	12	1461	0	0	0	0	50		
		33	12	2472	0	0	0	0	50		
		34	12	2472	0	0	0	0	50		
PVM	Piste	Tieosa	Paalukuku	Mittaus1	Mittaus2	Mittaus3	KA	Kosteus	Huom!	Tien pinta jäinen ja osittain lumen peitossa -6 - (-7)°C, Tien lämpötila	
Vko 4 (26.1.)	1	9	2152	0	0	0	0	0	50 Viiva pilossa		
klo 10.45	2	9	2152	0	0	0	0	0	50 Viiva pilossa		
	3	9	3544	26	26	26	26	28	23,6		
	4	9	3544	29	30	28	29	29	30,6		
	5	11	652	20	21	20	20	20	27,6		
	6	11	652	19	19	21	20	20	23,6		
	7	11	1681	0	0	0	0	0	50 Viiva pilossa		
	8	11	1681	0	0	0	0	0	50 Viiva pilossa		
	9	11	2475	14	15	14	14	14	40,3		
	10	11	2475	13	14	14	14	14	21,2		
	11	12	81	8	8	8	8	8	17,2 Puhdas		
	12	12	81	9	9	9	9	9	21,6 Puhdas		
	13	12	1921	42	36	36	36	39	19,4		
	14	12	1921	27	26	27	27	27	20		
	15	12	3004	0	0	0	0	0	50 Viiva pilossa		
	16	12	3004	0	0	0	0	0	50 Viiva pilossa		
	17	12	3489	0	0	0	0	0	50 Viiva pilossa		
	18	12	3489	0	0	0	0	0	50 Viiva pilossa		
	19	13	1999	20	21	22	21	21	17,5		
	20	13	1999	36	33	34	34	34	21,6		
	21	13	3377	13	13	13	13	13	13		
	22	13	3377	16	15	15	15	15	11		
	23	13	3377	17	17	17	17	17	14		
	24	13	3377	20	19	19	20	19	20		
	25	13	1484	0	0	0	0	0	50 Viiva pilossa		
	26	13	1484	0	0	0	0	0	50 Viiva pilossa		
	27	13	3009	20	20	20	20	20	22,3		
	28	13	3009	16	16	16	16	16	30,7		
	29	13	4388	21	22	22	22	22	26,8		
	30	13	4388	22	23	23	23	23	25,5		
	31	12	1461	0	0	0	0	0	50 Viiva pilossa		
	32	12	1461	0	0	0	0	0	50 Viiva pilossa		
	33	12	2472	10	10	9	10	10	16,6 Puhdas		
	34	12	2472	9	9	9	9	9	34,2 Puhdas		
PVM	Piste	Tieosa	Paalukuku	Mittaus1	Mittaus2	Mittaus3	KA	Kosteus	Huom!	Lumisade, Tien pinta osittain lumenen ja jäinen -19 - (-20)°C, Tien läni	
Vko 5 (2.2.)	1	9	2152	0	0	0	0	0	50 Viiva pilossa		
klo 10.40	2	9	2152	0	0	0	0	0	50 Viiva pilossa		
	3	9	3544	0	0	0	0	0	50 Viiva pilossa		
	4	9	3544	0	0	0	0	0	50 Viiva pilossa		
	5	11	652	28	28	28	28	28	12,8		
	6	11	652	30	29	28	29	28	14,6		
	7	11	1681	40	41	44	41	44	16,3		
	8	11	1681	25	24	24	24	24	17,4		
	9	11	2475	26	26	26	26	26	17,7		
	10	11	2475	30	30	30	30	30	21,1		
	11	12	81	0	0	0	0	0	50 Viiva pilossa		
	12	12	81	0	0	0	0	0	50 Viiva pilossa		
	13	12	1921	25	24	24	24	24	17,9		
	14	12	1921	23	22	22	22	22	14		
	15	12	3004	0	0	0	0	0	50 Viiva pilossa		
	16	12	3004	0	0	0	0	0	50 Viiva pilossa		
	17	12	3489	0	0	0	0	0	50 Viiva pilossa		
	18	12	3489	0	0	0	0	0	50 Viiva pilossa		
	19	13	1999	22	23	23	23	23	14,4		
	20	13	1999	23	25	24	24	24	15,3		
	21	13	3377	23	22	22	22	22	14,3		
	22	13	3377	28	24	24	24	24	14		
	23	13	3377	22	19	19	20	19	17,7		
	24	13	3377	26	25	25	25	25	11,8		
	25	13	1484	0	0	0	0	0	50 -19°C ei sada, Viiva pilossa		
	26	13	1484	0	0	0	0	0	50 -19°C ei sada, Viiva pilossa		
	27	13	3009	22	22	21	21	22	22,2 -19°C ei sada		
	28	13	3009	21	21	20	20	21	34,6 -19°C ei sada		
	29	13	4388	22	23	23	23	23	17 -19°C ei sada		
	30	13	4388	23	23	23	23	23	16,6 -19°C ei sada		
	31	12	1461	25	24	24	24	24	17,7 -19°C ei sada		
	32	12	1461	22	22	22	22	22	16,3 -19°C ei sada		
	33	12	2472	23	23	23	23	23	12,6 -19°C ei sada		
	34	12	2472	21	20	20	20	20	12,5 -19°C ei sada		
PVM	Piste	Tieosa	Paalukuku	Mittaus1	Mittaus2	Mittaus3	KA	Kosteus	Huom!	Tien pinta jäinen -15°C, Tien lämpötila -9°C	
Vko 6 (9.2.)	1	9	2152	0	0	0	0	0	50 Viiva pilossa		
klo 10.40	2	9	2152	0	0	0	0	0	50 Viiva pilossa		
	3	9	3544	20	21	22	21	21	14,4 Vähän poltannetta		
	4	9	3544	21	21	21	21	21	16,6 Vähän poltannetta		
	5	11	652	23	34	33	30	30	13,8		
	6	11	652	30	30	30	30	30	10		
	7	11	1681	0	0	0	0	0	50 Viiva pilossa		
	8	11	1681	0	0	0	0	0	50 Viiva pilossa		
	9	11	2475	0	0	0	0	0	50 Viiva pilossa		
	10	11	2475	0	0	0	0	0	50 Viiva pilossa		
	11	12	81	13	12	12	12	12	11,1		
	12	12	81	19	19	19	19	19	10		
	13	12	1921	63	62	63	63	63	12,3		
	14	12	1921	30	31	31	31	31	15,1		
	15	12	3004	0	0	0	0	0	0		
	16	12	3004	0	0	0	0	0	0		
	17	12	3489	22	28	27	26	27	13,2		
	18	12	3489	24	25	24	24	24	14,2		
	19	13	1999	18	17	17	17	17	13,6 Vähän poltannetta		
	20	13	1999	26	26	26	26	27	11,6 Vähän poltannetta		
	21	13	3377	0	0	0	0	0	50 Viiva pilossa		
	22	13	3377	0	0	0	0	0	50 Viiva pilossa		
	23	13	3377	0	0	0	0	0	50 Viiva pilossa		
	24	13	3377	0	0	0	0	0	50 Viiva pilossa		
	25	13	1484	0	0	0	0	0	50 Viiva pilossa		
	26	13	1484	0	0	0	0	0	50 Viiva pilossa		
	27	13	3009	0	0	0	0	0	50 Viiva pilossa		
	28	13	3009	0	0	0	0	0	50 Viiva pilossa		
	29	13	4388	0	0	0	0	0	50 Viiva pilossa		
	30	13	4388	0	0	0	0	0	50 Viiva pilossa		
	31	12	1461	0	0	0	0	0	50 Viiva pilossa		
	32	12	1461	0	0	0	0	0	50 Viiva pilossa		
	33	12	2472	0	0	0	0	0	50 Viiva pilossa		
	34	12	2472	0	0	0	0	0	50 Viiva pilossa		
PVM	Piste	Tieosa	Paalukuku	Mittaus1	Mittaus2	Mittaus3	KA	Kosteus	Huom!	Tien pinta jäinen ja osittain lumenen -11°C, Tien lämpötila -5°C	
Vko 7 (16.2.)	1	9	2152	0	0	0	0	0	50 Viiva pilossa		
klo 10.30	2	9	2152	0	0	0	0	0	50 Viiva pilossa		
	3	9	3544	0	0	0	0	0	50 Viiva pilossa		
	4	9	3544	0	0	0	0	0	50 Viiva pilossa		
	5	11	652	13	13	13	13	13	15,7		
	6	11	652	20	21	19	20	20	20,7		
	7	11	1681	14	15	16	15	16	20,3		
	8	11	1681	19	19	19	19	19	23		
	9	11	2475	10	10	10	10	10	21,9		
	10	11	2475	12	12	12	12	12	27		
	11	12	81	7	8	8	8	8	19,1		
	12	12	81	16	15	15	15	15	21		
	13	12	1921	50	51	51	51	51	17,1		
	14	12	1921	32	33	33	33	33	23,7		
	15	12	3004	0	0	0	0	0	50 Viiva pilossa		
	16	12	3004	0	0	0	0	0	50 Viiva pilossa		
	17	12	3489	13	13	13	13	13	23,2		
	18	12	3489	17	17	17	17	17	16,2		
	19	13	1999	17	17	17	17	17	15,6		
	20	13	1999	22	22	22	22	22	23,2		
	21	13	3377	14	14	14	14	14	28		
	22	13	3377	7	7	6	7	7	14		
	23	13	3377	11	12	13	12	12	23		
	24	13	3377	9	9	9	9	9	22		
	25	13	1484	0	0	0	0	0	50 Viiva pilossa		
	26	13	1484	0	0	0	0	0	50 Viiva pilossa		
	27	13	3009	0	0	0	0	0	50 Viiva pilossa		
	28	13	3009	0	0	0	0	0	50 Viiva pilossa		
	29	13	4388	24	24	23	24	24	26,7		
	30	13	4388	36	38	38	38	38	25,2		
	31	12	1461	0	0	0	0	0	50 Viiva pilossa		
	32	12	1461	0	0	0	0	0	50 Viiva pilossa		
	33	12	2472	0	0	0	0	0	50 Viiva pilossa		
	34</										

	18	12	3489	59	58	59	59	16,4		
	19	13	1999	43	42	42	42	19,8		
	20	13	1999	30	29	30	30	15,9		
	21	13	3377	51	49	51	50	10,1		
	22	13	3377	39	41	39	40	8,7		
	23	13	3377	39	38	38	38	12,4		
	24	13	3377	33	33	34	33	12,7		
	25	13	1484	52	53	52	52	15,9 3°C		
	26	13	1484	50	52	51	51	17,1 3°C		
	27	13	3009	121	120	121	121	11,5 3°C		
	28	13	3009	90	86	85	87	13,8 3°C		
	29	13	4388	43	43	42	43	12,3 3°C		
	30	13	4388	65	66	65	65	10,3 3°C		
	31	12	1461	66	68	67	67	12,6 3°C		
	32	12	1461	55	56	54	55	14 3°C		
	33	12	2472	31	32	32	32	13 3°C		
	34	12	2472	46	46	44	45	8,7 3°C		
P/M Vko 14 (5.4.) klo 10.40	Piste	Tieosa	Paaluluku	Mittaus1	Mittaus2	Mittaus3	KA	Kosteus	Huom!	Tie pölyinen ja vähän ikäinen 3-5°C, Tien lämpötila 15°C
	1	9	2152	60	59	60	60	15,8	Piste klo 12.40 mittaus 73, kosteus 15,2	
	2	9	2152	55	57	58	57	18,2	Piste klo 12.40 mittaus 68, kosteus 16,7	
	3	9	3544	73	74	75	74	18,9		
	4	9	3544	86	85	86	86	17,8		
	5	11	652	72	70	69	70	12,6		
	6	11	652	54	54	55	54	12,1		
	7	11	1681	20	19	20	20	24,4		
	8	11	1681	35	36	35	35	22,6		
	9	11	2475	33	32	32	32	11,8		
	10	11	2475	56	57	57	57	18,4		
	11	12	81	19	19	19	19	10,4		
	12	12	81	33	33	33	33	13,7		
	13	12	1921	50	50	50	50	10,4		
	14	12	1921	67	65	65	66	11,4		
	15	12	3004	71	69	69	70	8,3		
	16	12	3004	39	38	38	38	16,9		
	17	12	3489	62	62	63	62	11		
	18	12	3489	52	55	57	55	15,6		
	19	13	1999	47	47	47	47	14,6		
	20	13	1999	32	32	32	32	17,6		
	21	13	3377	52	51	51	51	10,3		
	22	13	3377	36	30	28	28	11		
	23	13	3377	33	37	36	35	11,1		
	24	13	3377	34	34	34	34	9,4		
	25	13	1484	35	35	35	35	19,4 5°C		
	26	13	1484	35	35	35	35	20,1 5°C		
	27	13	3009	46	46	46	46	14,7 5°C		
	28	13	3009	78	79	79	79	12,7 5°C		
	29	13	4388	44	45	44	44	11,5 5°C		
	30	13	4388	70	72	70	71	11,7 5°C		
	31	12	1461	47	48	48	48	13,7 5°C		
	32	12	1461	39	39	38	39	14,4 5°C		
	33	12	2472	35	35	35	35	11,3 5°C		
	34	12	2472	51	51	52	51	13,8 5°C		
P/M Vko 15 (12.4.) klo 10.40	Piste	Tieosa	Paaluluku	Mittaus1	Mittaus2	Mittaus3	KA	Kosteus	Huom!	Tie kuiva ja pölyinen 5-6°C, Tien lämpötila 12°C
	1	9	2152	72	74	73	74	11,9	Piste klo 12.33 mittaus 81, kosteus 14,2	
	2	9	2152	74	74	74	73	16	Piste klo 12.33 mittaus 80, kosteus 14,3	
	3	9	3544	104	104	104	104	12,9		
	4	9	3544	144	145	147	145	13		
	5	11	652	78	79	78	78	12,9		
	6	11	652	70	71	73	71	12,2		
	7	11	1681	32	32	32	32	10,1		
	8	11	1681	57	56	56	56	9,1		
	9	11	2475	40	40	41	40	8		
	10	11	2475	90	89	89	89	11,3		
	11	12	81	16	15	16	16	8,7		
	12	12	81	24	24	24	24	11,7		
	13	12	1921	56	54	52	54	9,8		
	14	12	1921	75	76	74	75	13,5		
	15	12	3004	266	265	268	266	7,4		
	16	12	3004	87	87	87	87	13,6		
	17	12	3489	69	70	70	70	12,4		
	18	12	3489	51	54	56	54	14,1		
	19	13	1999	53	53	52	53	10,7		
	20	13	1999	47	46	45	46	16,2		
	21	13	3377	52	53	51	52	9,7		
	22	13	3377	44	43	44	44	9,5		
	23	13	3377	39	39	36	38	12,5		
	24	13	3377	32	33	32	32	12,7		
	25	13	1484	61	62	61	61	17,5 6°C		
	26	13	1484	58	59	57	58	16,7 6°C		
	27	13	3009	124	123	124	124	12,6 6°C		
	28	13	3009	101	100	100	100	14,7 6°C		
	29	13	4388	50	50	50	50	9,6 6°C		
	30	13	4388	83	82	82	82	14 6°C		
	31	12	1461	67	67	68	67	11,1 6°C		
	32	12	1461	65	64	63	64	10,3 6°C		
	33	12	2472	32	33	32	32	10,5 6°C		
	34	12	2472	57	57	58	57	12,4 6°C		
P/M Vko 16 (20.4.) klo 10.45	Piste	Tieosa	Paaluluku	Mittaus1	Mittaus2	Mittaus3	KA	Kosteus	Huom!	Vesisade ja tien pinta märkä 1-2°C, Tien lämpötila 4°C
	1	9	2152	3	4	4	4	50		
	2	9	2152	3	4	4	4	50		
	3	9	3544	7	8	9	8	50		
	4	9	3544	1	1	1	1	50		
	5	11	652	2	2	2	2	50		
	6	11	652	4	4	5	4	50		
	7	11	1681	2	2	2	2	50		
	8	11	1681	1	2	3	2	50		
	9	11	2475	6	3	3	4	50		
	10	11	2475	4	5	5	5	50		
	11	12	81	1	1	2	1	50		
	12	12	81	1	2	1	1	50		
	13	12	1921	1	0	1	1	50		
	14	12	1921	4	6	5	5	50		
	15	12	3004	3	3	2	3	50		
	16	12	3004	4	4	4	4	50		
	17	12	3489	7	8	8	8	50		
	18	12	3489	6	7	7	7	50		
	19	13	1999	8	7	10	8	50		
	20	13	1999	6	5	5	5	50		
	21	13	3377	5	5	5	5	50		
	22	13	3377	4	4	5	4	50		
	23	13	3377	4	4	4	4	50		
	24	13	3377	3	3	3	3	50		
	25	13	1484	3	3	3	3	50 2°C tiheysade		
	26	13	1484	3	2	2	2	50 2°C tiheysade		
	27	13	3009	4	3	3	3	50 2°C tiheysade		
	28	13	3009	6	6	5	6	50 2°C tiheysade		
	29	13	4388	12	12	13	12	50 2°C tiheysade		
	30	13	4388	14	15	15	15	50 2°C tiheysade		
	31	12	1461	8	8	8	8	50 2°C tiheysade		
	32	12	1461	10	9	9	9	50 2°C tiheysade		
	33	12	2472	5	4	5	5	50 2°C tiheysade		
	34	12	2472	11	11	11	11	50 2°C tiheysade		
P/M Vko 17 (25.4.) klo 10.40	Piste	Tieosa	Paaluluku	Mittaus1	Mittaus2	Mittaus3	KA	Kosteus	Huom!	Tie kuiva 9-10°C, Tien lämpötila 25°C
	1	9	2152	68	68	68	68	13,7	Vähän kostea. Piste klo 12.25 mittaus 72, kosteus 15,6 ja kuiva.	
	2	9	2152	71	69	71	70	15,4	Vähän kostea. Piste klo 12.25 mittaus 78, kosteus 18,6 ja kuiva.	
	3	9	3544	119	118	118	118	12,4		
	4	9	3544	126	127	126	126	12,6		
	5	11	652	89	88	89	89	8,9		
	6	11	652	92	91	92	92	9		
	7	11	1681	35	36	36	36	8,9		
	8	11	1681	73	73	73	73	8,1		
	9	11	2475	39	40	40	40	7,3		
	10	11	2475	91	92	92	92	9,4		
	11	12	81	13	14	13	13	6,4	Viivaa ei enää ote, joten piste kuoli	
	12	12	81	28	28	27	28	8,8	Viivaa ei enää ote, joten piste kuoli	
	13	12	1921	55	56	55	55	10,4		
	14	12	1921	79	78	78	78	11,6		
	15	12	3004	193	195	192	193	8,3		
	16	12	3004	98	97	97	97	12,1		
	17	12	3489	76	76	76	76	10,3		
	18	12	3489	49	49	49	49	13,7		
	19	13	1999	66	65	66	66	9,7		
	20	13	1999	50	51	51	51	9,4		
	21	13	3377	54	53	54	54	8,9		
	22	13	3377	46	47	47	47	10,2		
	23	13	3377	39	39	39	39	10,7		
	24	13	3377	28	28	27	28	11,2		
	25	13	1484	70						

15	12	3004	203	203	203	203	8,5
16	12	3004	109	108	109	109	12,9
17	12	3489	63	63	62	63	12,5
18	12	3489	46	47	47	47	13
19	13	1999	54	55	57	55	9,8
20	13	1999	63	64	65	64	11,1
21	13	3377	48	48	49	48	7,4
22	13	3377	47	46	46	46	8,6
23	13	3377	36	35	34	35	11,1
24	13	3377	30	30	30	30	9,2
25	13	1484	77	79	79	78	14,1 8°C
26	13	1484	108	111	110	110	12,6 8°C
27	13	3009	147	147	148	147	10,3 8°C
28	13	3009	125	126	124	125	12,4 8°C
29	13	4388	45	46	46	46	9,4 8°C
30	13	4388	68	68	68	68	11,4 8°C
31	12	1461	51	50	49	50	12 8°C
32	12	1461	44	42	43	43	12,4 8°C
33	12	2472	32	31	32	32	11,3 8°C
34	12	2472	48	48	48	48	9,3 8°C

PVM	Piste	Tieosa	Paaluluku	Mittaus1	Mittaus2	Mittaus3	KA	Kosteus	Huomi	Tie märkä ja vesisadetta 9-10°C, Tien lämpötila 16°C
Vko 19 (11.5.)	1	9	2152	7	7	7	7	7	23,2	Piste klo 12.05 mittaus 11, kosteus 20,9
klo 10.45	2	9	2152	6	6	7	7	6	28,6	Piste klo 12.05 mittaus 13, kosteus 26,4
	3	9	3544	17	19	17	18	18	26,3	
	4	9	3544	12	10	10	11	11	36,7	
	5	11	652	4	5	5	5	5	35,6	
	6	11	652	6	6	7	6	6	38	
	7	11	1681	2	2	2	2	2	38	
	8	11	1681	1	1	1	1	1	38,2	
	9	11	2475	3	3	2	3	3	42,7	
	10	11	2475	4	5	4	4	4	45	
	11	12	81 -	-	-	-	3	3		
	12	12	81 -	-	-	-	8	8		
	13	12	1921	4	4	5	4	4	46	
	14	12	1921	7	7	7	7	7	31	
	15	12	3004	4	4	4	4	4	40,3	Ei sadetta
	16	12	3004	7	8	7	7	7	40	Ei sadetta
	17	12	3489	7	7	7	7	7	40,9	Ei sadetta
	18	12	3489	5	5	5	5	5	39,2	Ei sadetta
	19	13	1999	9	8	9	9	9	50	Ei sadetta
	20	13	1999	10	10	10	10	10	50	Ei sadetta
	21	13	3377	5	5	5	5	5	31,6	Ei sadetta
	22	13	3377	6	6	6	6	6	50	Ei sadetta
	23	13	3377	5	5	6	6	6	35,8	Ei sadetta
	24	13	3377	4	4	4	4	4	30,2	Ei sadetta
	25	13	1484	10	10	10	10	10	22,6	Ei sadetta, 10°C
	26	13	1484	7	7	7	7	7	26,1	Ei sadetta, 10°C
	27	13	3009	16	16	16	16	16	16,3	Ei sadetta, 10°C
	28	13	3009	25	24	25	25	25	14,7	Ei sadetta, 10°C
	29	13	4388	15	14	15	15	15	12,1	Ei sadetta, 10°C
	30	13	4388	26	26	26	27	27	13,6	Ei sadetta, 10°C
	31	12	1461	11	13	14	13	13	18	Ei sadetta, 10°C
	32	12	1461	14	14	14	14	14	15,5	Ei sadetta, 10°C
	33	12	2472	9	9	9	9	9	10,1	Ei sadetta, 10°C
	34	12	2472	20	20	21	20	20	10,7	Ei sadetta, 10°C

PVM	Piste	Tieosa	Paaluluku	Mittaus1	Mittaus2	Mittaus3	KA	Kosteus	Huomi	Tie kuiva 9°C, Tien lämpötila 16°C
Vko 20 (18.5.)	1	9	2152	92	92	92	92	92	14,6	Vähän kostea, Piste klo 12.50 mittaus 102, kosteus 9,2 ja kuiva
klo 10.50	2	9	2152	76	75	74	75	75	12,6	Vähän kostea, Piste klo 12.50 mittaus 91, kosteus 11,4 ja kuiva
	3	9	3544	90	91	91	91	91	14,6	
	4	9	3544	102	105	104	104	104	14	
	5	11	652	98	100	102	100	100	9,6	
	6	11	652	76	74	76	75	75	10,6	
	7	11	1681	37	36	36	36	36	9,2	
	8	11	1681	54	55	55	55	55	9,6	
	9	11	2475	38	39	39	39	39	7,6	
	10	11	2475	57	56	56	56	56	9,3	
	11	12	81 -	-	-	-	13	13		
	12	12	81 -	-	-	-	28	28		
	13	12	1921	56	57	57	57	57	7,7	
	14	12	1921	72	71	72	72	72	12,3	
	15	12	3004	186	185	184	185	185	8,3	
	16	12	3004	112	112	112	112	112	13	
	17	12	3489	70	70	70	70	70	11,4	
	18	12	3489	45	45	45	45	45	10,5	
	19	13	1999	60	61	61	61	61	12,3	
	20	13	1999	52	52	52	52	52	9	
	21	13	3377	49	49	49	49	49	9,2	
	22	13	3377	45	43	43	44	44	10	
	23	13	3377	40	40	39	40	40	9,4	
	24	13	3377	29	28	28	28	28	10,1	
	25	13	1484	80	80	80	80	80	11,7	
	26	13	1484	102	102	103	102	102	12,5	
	27	13	3009	143	142	143	143	143	11,2	
	28	13	3009	119	117	118	118	118	11	
	29	13	4388	44	45	44	44	44	11,9	
	30	13	4388	88	88	89	88	88	12,6	
	31	12	1461	49	48	49	49	49	8,3	
	32	12	1461	41	41	41	41	41	12,2	
	33	12	2472	33	33	33	33	33	9,2	
	34	12	2472	60	62	64	62	62	9,4	

PVM	Piste	Tieosa	Paaluluku	Mittaus1	Mittaus2	Mittaus3	KA	Kosteus	Huomi	Tie kuiva 14-15°C, Tien lämpötila 35°C
Vko 21 (24.5.)	1	9	2152	114	114	114	114	114	12,9	Piste klo 12.50 mittaus 105, kosteus 16,4
klo 10.55	2	9	2152	88	88	90	89	89	13	Piste klo 12.50 mittaus 91, kosteus 14,7
	3	9	3544	143	142	143	143	143	13,8	
	4	9	3544	126	127	126	126	126	13,9	
	5	11	652	101	101	102	101	101	10	
	6	11	652	71	73	73	72	72	10,2	
	7	11	1681	33	29	30	31	31	9,7	
	8	11	1681	56	57	57	57	57	11	
	9	11	2475	40	40	39	40	40	9,4	
	10	11	2475	91	93	91	91	91	9,1	
	11	12	81 -	-	-	-	13	13		
	12	12	81 -	-	-	-	28	28		
	13	12	1921	46	43	45	45	45	7,5	
	14	12	1921	81	83	84	83	83	11,2	
	15	12	3004	214	214	216	215	215	9,5	
	16	12	3004	103	103	103	103	103	10,7	
	17	12	3489	63	64	62	63	63	12,1	
	18	12	3489	46	46	46	46	46	12,3	
	19	13	1999	66	67	68	67	67	13,5	
	20	13	1999	53	54	52	53	53	12,8	
	21	13	3377	42	43	41	42	42	9,8	
	22	13	3377	35	35	35	35	35	7,2	
	23	13	3377	31	32	31	31	31	9,1	
	24	13	3377	29	27	28	28	28	11,4	
	25	13	1484	83	84	83	83	83	13,6	15°C
	26	13	1484	113	111	112	112	112	13,2	15°C
	27	13	3009	148	149	150	149	149	14,2	15°C
	28	13	3009	125	124	124	124	124	14,4	15°C
	29	13	4388	47	48	47	47	47	14,6	15°C
	30	13	4388	91	90	91	91	91	12,3	15°C
	31	12	1461	56	57	59	57	57	14	15°C
	32	12	1461	70	70	73	71	71	10,6	15°C
	33	12	2472	34	34	32	33	33	7,3	15°C
	34	12	2472	54	53	51	53	53	9	15°C

PVM	Piste	Tieosa	Paaluluku	Mittaus1	Mittaus2	Mittaus3	KA	Kosteus	Huomi	Tie kuiva 11-13°C, Tien lämpötila 20°C
Vko 22 (30.5.)	1	9	2152	106	107	107	107	107	9,1	Piste 12.50 mittaus 110, kosteus 8,4
klo 10.55	2	9	2152	100	99	100	100	100	13,6	Piste 12.50 mittaus 107, kosteus 14,7
	3	9	3544	124	124	123	124	124	10,3	
	4	9	3544	149	153	152	151	151	10,7	
	5	11	652	89	90	88	89	89	7,8	
	6	11	652	82	81	83	82	82	8,5	
	7	11	1681	34	36	34	35	35	7,6	
	8	11	1681	50	52	50	51	51	7,1	
	9	11	2475	39	39	41	40	40	5,4	
	10	11	2475	92	93	91	92	92	8,3	
	11	12	81 -	-	-	-	13	13		
	12	12	81 -	-	-	-	28	28		
	13	12	1921	46	47	46	46	46	8,9	
	14	12	1921	72	74	76	74	74	11,5	
	15	12	3004	169	170	170	170	170	8,2	
	16	12	3004	110	111	110	110	110	11,4	
	17	12	3489	62	63	63	62	62	10,3	
	18	12	3489	63	63	65	64	64	10,7	
	19	13	1999	64	65	67	65	65	10,7	
	20	13	1999	51	51	50	51	51	9,5	
	21	13	3377	45	44	43	44	44	7,6	
	22	13	3377	36	36	35	36	36	5,5	
	23	13	3377	34	34	33	34	34	7,8	
	24	13	3377	23	23	24	23	23	9,4	
	25	13	1484	88	89	88	88	88	12,9	13°C
	26	13	1484	111	110	112	111	111	13,8	13°C
	27	13	3009	145	147	146	146	146	11,8	13°C

12	12	81	-	-	-	39	40	9,6		
13	12	1921	40	41	90	91	40	9,3		
14	12	1921	90	91	170	170	171	6,1		
15	12	3004	173	170	117	118	117	7,1		
16	12	3004	116	117	67	67	67	10,1 14°		
17	12	3489	68	67	56	56	59	9,6 14°		
18	12	3489	60	61	75	75	75	4,4 14°		
19	13	1999	42	45	46	46	44	5,5 14°		
20	13	1999	47	46	44	44	46	5,8 14°		
21	13	3377	36	37	36	37	36	4,3 12°		
22	13	3377	34	34	33	33	34	9,7 14°		
23	13	3377	31	30	30	30	30	7,7 14°		
24	13	1484	89	89	89	89	89	13,2 15°		
25	13	1484	122	123	122	122	122	13,5 15°		
26	13	1484	122	123	122	122	122	13,5 15°		
27	13	3009	159	161	161	161	160	10,8 15°		
28	13	3009	126	128	130	128	128	7,5 15°		
29	13	4388	87	86	87	87	87	6,8 15°		
30	13	4388	35	37	39	37	37	7,3 15°		
31	12	1461	42	43	43	42	42	9,6 15°		
32	12	1461	63	63	65	65	64	7,4 15°		
33	12	2472	32	31	30	30	31	3,9 15°		
34	12	2472	63	64	62	62	63	3,2 15°		

P/M	Piste	Tieosa	Paaluluuku	Mittaus1	Mittaus2	Mittaus3	KA	Kosteus	Huomi	Tie kuiva 20°C, Tien lämpötila 42°C
Vko 24 (15.6.)	1	9	2152	124	123	121	123	5,3	Piste klo 12.30 mittaus 124, kosteus 9,4	
Klo 10.45	2	9	2152	123	122	123	123	6,4	Piste klo 12.30 mittaus 123, kosteus 7,6	
	3	9	3544	138	137	137	137	8,9		
	4	9	3544	103	105	107	105	8,3		
	5	11	652	96	98	100	98	5,7		
	6	11	652	86	87	91	88	6,4		
	7	11	1681	39	38	40	39	6,4		
	8	11	1681	61	62	64	62	3,9		
	9	11	2475	43	42	41	42	3,7		
	10	11	2475	92	93	92	92	6,3		
	11	12	81	-	-	-				
	12	12	81	-	-	-				
	13	12	1921	55	53	55	54	6,2		
	14	12	1921	98	98	99	98	9,7		
	15	12	3004	201	200	200	200	7		
	16	12	3004	105	103	103	104	8,3		
	17	12	3489	65	66	66	66	8,3		
	18	12	3489	43	45	48	45	8,9		
	19	13	1999	68	69	70	69	7,4		
	20	13	1999	56	55	55	55	5,8		
	21	13	3377	45	46	47	46	7,3		
	22	13	3377	40	40	40	40	5,3		
	23	13	3377	35	37	35	36	6,1		
	24	13	1484	26	26	26	26	8,7		
	25	13	1484	28	29	28	29	12		
	26	13	1484	120	118	119	119	8,7		
	27	13	3009	160	159	161	160	11,8		
	28	13	3009	130	130	129	130	9,9		
	29	13	4388	41	41	42	41	4,6		
	30	13	4388	94	96	94	95	9		
	31	12	1461	59	60	58	59	6,5		
	32	12	1461	49	48	50	49	8,6		
	33	12	2472	35	35	36	35	5,5		
	34	12	2472	64	62	64	63	5,6		

P/M	Piste	Tieosa	Paaluluuku	Mittaus1	Mittaus2	Mittaus3	KA	Kosteus	Huomi	Tie kuiva 16-18°C, Tien lämpötila 35°C
Vko 25 (20.6.)	1	9	2152	132	131	130	131	10,5	Piste klo 12.45 mittaus 132, kosteus 7	
Klo 10.50	2	9	2152	130	129	130	130	10,3	Piste klo 12.45 mittaus 130, kosteus 8,5	
	3	9	3544	136	137	136	136	5		
	4	9	3544	146	150	148	148	6		
	5	11	652	94	95	96	95	3,8		
	6	11	652	78	79	80	79	4,8		
	7	11	1681	33	34	34	34	5,7		
	8	11	1681	48	51	52	50	3,5		
	9	11	2475	36	36	37	36	3,6		
	10	11	2475	93	94	93	93	4,7		
	11	12	81	-	-	-				
	12	12	81	-	-	-				
	13	12	1921	60	59	58	59	3,7		
	14	12	1921	91	94	91	92	8,3		
	15	12	3004	238	237	236	237	4,5		
	16	12	3004	133	132	132	132	5,8		
	17	12	3489	68	68	67	68	5,5		
	18	12	3489	59	62	59	60	5,9		
	19	13	1999	66	67	66	66	9		
	20	13	1999	59	59	60	59	5,7		
	21	13	3377	55	55	55	55	7,5		
	22	13	3377	43	44	43	43	5,5		
	23	13	3377	39	35	35	36	6,5		
	24	13	3377	27	27	26	27	7,5		
	25	13	1484	107	107	107	107	7,4 18°C		
	26	13	1484	137	137	136	137	8,2 18°C		
	27	13	3009	172	173	174	173	7 18°C		
	28	13	3009	132	132	131	132	8,8 18°C		
	29	13	4388	45	45	44	45	6,5 18°C		
	30	13	4388	99	96	98	98	7 18°C		
	31	12	1461	44	45	46	45	4,3 18°C		
	32	12	1461	62	64	64	63	6,9 18°C		
	33	12	2472	34	35	36	35	3,1 18°C		
	34	12	2472	58	57	56	57	2,8 18°C		

P/M	Piste	Tieosa	Paaluluuku	Mittaus1	Mittaus2	Mittaus3	KA	Kosteus	Huomi	Tie kuiva 16°C, Tien lämpötila 32°C
Vko 26 (29.6.)	1	9	2152	132	129	131	130	12,5	Piste klo 12.45 mittaus 129, kosteus 13,8	
Klo 10.45	2	9	2152	131	131	132	131	13	Piste klo 12.45 mittaus 128, kosteus 12,2	
	3	9	3544	138	137	135	137	12,8		
	4	9	3544	168	170	172	170	11		
	5	11	652	99	98	98	98	10,8		
	6	11	652	86	87	89	87	10,1		
	7	11	1681	34	35	34	34	7,2		
	8	11	1681	67	64	66	66	4,7		
	9	11	2475	41	41	41	41	8,2		
	10	11	2475	94	92	92	93	8,4		
	11	12	81	-	-	-				
	12	12	81	-	-	-				
	13	12	1921	54	55	53	54	8,6		
	14	12	1921	92	95	94	94	11,9		
	15	12	3004	178	176	176	177	8,1		
	16	12	3004	121	121	121	121	10,5		
	17	12	3489	66	65	67	66	13,1		
	18	12	3489	49	49	49	49	11,7		
	19	13	1999	73	73	73	73	8,8		
	20	13	1999	50	53	52	52	8,3		
	21	13	3377	53	53	51	52	9,9		
	22	13	3377	39	39	39	39	9,2		
	23	13	3377	33	34	33	33	8,6		
	24	13	3377	27	26	26	26	2,5		
	25	13	1484	111	111	110	111	13,8		
	26	13	1484	131	131	132	131	12,3		
	27	13	3009	174	173	173	173	9,3		
	28	13	3009	132	133	132	132	10,9		
	29	13	4388	40	41	41	41	5,3		
	30	13	4388	96	97	97	97	8,6		
	31	12	1461	58	59	59	59	10,8		
	32	12	1461	68	69	62	60	9,9		
	33	12	2472	36	36	36	36	7,4		
	34	12	2472	68	68	69	68	7,9		

P/M	Piste	Tieosa	Paaluluuku	Mittaus1	Mittaus2	Mittaus3	KA	Kosteus	Huomi	Tie kuiva 21°C, Tien lämpötila 35°C
Vko 27 (6.7.)	1	9	2152	125	124	123	124	12,5	Piste klo 12.40 mittaus 128, kosteus 13,8	
Klo 10.40	2	9	2152	130	131	131	131	13	Piste klo 12.40 mittaus 129, kosteus 13,9	
	3	9	3544	133	134	134	134	12,8		
	4	9	3544	171	175	171	172	11		
	5	11	652	63	62	63	63	10,8		
	6	11	652	87	86	85	86	10,1		
	7	11	1681	39	38	39	39	7,2		
	8	11	1681	69	70	72	70	4,7		
	9	11	2475	39	39	40	39	8,2		
	10	11	2475	96	95	96	96	8,4		
	11	12	81	-	-	-				
	12	12	81	-	-	-				
	13	12	1921	37	36	37	37	8,6		
	14	12	1921	111	111	113	112	11,9		
	15	12	3004	207	206	206	206	8,1		
	16	12	3004	105	106	106	106	10,5		
	17	12	3489	62	64	62	63	13,1		
	18	12	3489	47	48	46	47	11,7		
	19	13	1999	75	75	77	76			

9	11	2475	34	35	36	35	4
10	11	2475	88	88	85	87	6,1
11	12	81	-	-	-		
12	12	81	-	-	-		
13	12	1921	38	36	36	37	9
14	12	1921	97	99	96	97	11,1
15	12	3004	204	204	203	204	7
16	12	3004	116	116	118	117	9,2
17	12	3489	58	59	52	60	10,6
18	12	3489	67	63	65	65	10,6
19	13	1999	71	72	72	72	9,6
20	13	1999	49	48	47	48	11
21	13	3377	38	37	37	37	4,5
22	13	3377	38	40	38	39	6,6
23	13	3377	28	28	28	28	8
24	13	3377	19	18	19	19	8,9
25	13	1484	100	100	100	100	13,9 20°C
26	13	1484	126	125	124	125	14,7 20°C
27	13	3009	175	171	171	172	10,3 20°C
28	13	3009	127	128	129	128	8,8 20°C
29	13	4388	42	43	42	42	8,6 20°C
30	13	4388	86	84	86	85	7,7 20°C
31	12	1461	56	56	59	57	10 20°C
32	12	1461	48	49	48	48	8,7 20°C
33	12	2472	32	34	36	34	6,6 20°C
34	12	2472	62	62	63	62	6 20°C

P/M	Piste	Tiesosa	Paaluku	Mittaus1	Mittaus2	Mittaus3	KA	Kosteus	Huomi	Tie kuiva	19-20°C, Tien lämpötila 36°C
Vko 29 (20.7.)	1	9	2152	142	140	138	140	11,8	Piste klo 13.45 mittaus 139, kosteus 6,8		
Klo 11.20	2	9	3544	141	142	142	142	15,1	Piste klo 13.45 mittaus 139, kosteus 13,4		
	3	9	3544	78	78	74	74	8,9			
	4	9	3544	207	216	210	211	8,9			
	5	11	652	78	78	74	74	7,7			
	6	11	652	95	95	90	93	7,7			
	7	11	1681	38	38	38	38	6,3			
	8	11	1681	69	69	71	70	5,6			
	9	11	2475	42	44	44	43	5			
	10	11	2475	102	105	104	104	7,8			
	11	12	81	-	-	-					
	12	12	81	-	-	-					
	13	12	1921	38	43	38	40	9,1			
	14	12	1921	127	127	120	125	9,4			
	15	12	3004	188	188	188	188	7,5			
	16	12	3004	146	148	146	147	8,6			
	17	12	3489	57	57	56	57	8,3			
	18	12	3489	81	82	83	82	8,6			
	19	13	1999	85	85	84	85	6,2			
	20	13	1999	37	38	39	38	6,6			
	21	13	3377	36	33	38	36	7,7			
	22	13	3377	32	31	29	31	4,9			
	23	13	3377	23	23	23	23	5,4			
	24	13	3377	37	39	39	38	8,3			
	25	13	1484	135	133	133	134	11,4 20°C			
	26	13	1484	153	155	153	154	10 20°C			
	27	13	3009	187	187	187	187	6,4 20°C			
	28	13	3009	135	139	137	137	8,1 20°C			
	29	13	4388	44	40	43	42	5,9 20°C			
	30	13	4388	97	99	100	99	6,8 20°C			
	31	12	1461	55	49	49	51	5,8 20°C			
	32	12	1461	42	42	43	42	8,6 20°C			
	33	12	2472	34	29	34	32	4,4 20°C			
	34	12	2472	66	66	66	66	6,5 20°C			

P/M	Piste	Tiesosa	Paaluku	Mittaus1	Mittaus2	Mittaus3	KA	Kosteus	Huomi	Tie kuiva	22-26°C, Tien lämpötila 42°C
Vko 30 (27.7.)	1	9	2152	139	139	139	139	13,4	Piste klo 13.25 mittaus 126, kosteus 13,5		
Klo 11.00	2	9	2152	139	139	139	139	11,6	Piste klo 13.25 mittaus 133, kosteus 5,4		
	3	9	3544	147	153	151	150	11,2			
	4	9	3544	148	151	151	150	9,3			
	5	11	652	68	71	67	69	7			
	6	11	652	75	72	74	74	8,5			
	7	11	1681	37	37	37	37	6			
	8	11	1681	54	60	60	58	5			
	9	11	2475	37	40	40	39	3,3			
	10	11	2475	95	98	97	97	6,1			
	11	12	81	-	-	-					
	12	12	81	-	-	-					
	13	12	1921	42	40	40	41	7,5			
	14	12	1921	130	127	126	128	8,5			
	15	12	3004	160	162	161	161	5,8			
	16	12	3004	149	149	149	149	9,5			
	17	12	3489	55	57	58	57	8,2			
	18	12	3489	85	82	86	84	8,2			
	19	13	1999	82	79	80	80	7,6			
	20	13	1999	37	35	39	37	6,9			
	21	13	3377	36	37	38	36	4,6			
	22	13	3377	31	29	33	31	5,6			
	23	13	3377	20	22	24	22	6,5			
	24	13	3377	18	18	18	18	6,7			
	25	13	1484	130	127	130	129	12,6 26°C			
	26	13	1484	147	148	149	148	10,2 26°C			
	27	13	3009	162	163	162	162	9,8 26°C			
	28	13	3009	128	131	132	130	9,5 26°C			
	29	13	4388	41	41	43	42	5,9 26°C			
	30	13	4388	90	91	88	90	6,2 26°C			
	31	12	1461	52	49	52	51	3,2 26°C			
	32	12	1461	67	70	70	69	4,4 26°C			
	33	12	2472	36	35	34	35	6,9 26°C			
	34	12	2472	64	65	65	65	4,8 26°C			

P/M	Piste	Tiesosa	Paaluku	Mittaus1	Mittaus2	Mittaus3	KA	Kosteus	Huomi	Tie kuiva	20-21°C, Tien lämpötila 27°C
Vko 31 (3.8.)	1	9	2152	127	121	121	123	11,4	Piste klo 13.30 mittaus 116, kosteus 8,5		
Klo 11.05	2	9	2152	135	136	136	136	11,8	Piste klo 13.30 mittaus 127, kosteus 11,4		
	3	9	3544	121	122	123	122	11,2			
	4	9	3544	171	168	173	171	12,1			
	5	11	652	85	92	92	90	8,2			
	6	11	652	89	92	87	89	6,4			
	7	11	1681	32	26	29	29	6,7			
	8	11	1681	36	35	42	38	5,7			
	9	11	2475	35	34	35	35	3,8			
	10	11	2475	87	88	85	87	7,5			
	11	12	81	-	-	-					
	12	12	81	-	-	-					
	13	12	1921	45	43	45	44	6,8			
	14	12	1921	83	82	86	84	11			
	15	12	3004	197	192	189	193	5,8			
	16	12	3004	137	139	143	140	11			
	17	12	3489	58	60	61	60	8,9			
	18	12	3489	37	43	37	39	11			
	19	13	1999	52	59	56	56	11,6			
	20	13	1999	42	40	36	39	10,6			
	21	13	3377	35	38	37	37	6,2			
	22	13	3377	30	37	36	34	4,6			
	23	13	3377	29	27	26	27	9,8			
	24	13	3377	25	24	27	25	8,2			
	25	13	1484	122	122	129	122	13			
	26	13	1484	132	131	130	131	15,5			
	27	13	3009	167	164	165	165	9,6			
	28	13	3009	109	114	115	113	11,1			
	29	13	4388	39	43	38	40	12,2			
	30	13	4388	81	82	84	82	9,8			
	31	12	1461	47	50	52	50	5,6			
	32	12	1461	42	41	40	41	9,4			
	33	12	2472	29	28	32	30	7,4			
	34	12	2472	63	59	56	59	8,1			

P/M	Piste	Tiesosa	Paaluku	Mittaus1	Mittaus2	Mittaus3	KA	Kosteus	Huomi	Tie kuiva	13-14°C, Tien lämpötila 34°C
Vko 32 (10.8.)	1	9	2152	123	122	123	123	7	Piste klo 12.40 mittaus 121, kosteus 8,0		
Klo 10.50	2	9	2152	126	127	127	127	13,1	Piste klo 12.40 mittaus 129, kosteus 7,7		
	3	9	3544	137	140	137	138	11,9			
	4	9	3544	194	194	196	195	11,2			
	5	11	652	80	79	78	79	7,9			
	6	11	652	87	88	88	88	7,9			
	7	11	1681	34	34	34	34	8,9			
	8	11	1681	48	51	48	49				
	9	11	2475	38	38	38	38				
	10	11	2475	87	88	92	89				
	11	12	81	-	-	-					
	12	12	81	-	-	-					
	13	12	1921	52	54	50	52				
	14	12	1921	89	85	85	86				
	15	12	3004	207	210	206	208				

6	11	652	88	89	91	89	11.1
7	11	1681	27	28	27	27	8.2
8	11	1681	39	41	41	40	8.8
9	11	2475	36	35	36	36	7.1
10	11	2475	74	75	74	74	6.8
11	12	81	-	-	-	-	-
12	12	81	-	-	-	-	-
13	12	1921	38	39	37	38	10.3
14	12	1921	59	61	61	60	12.6
15	12	3004	134	133	133	133	9.2
16	12	3004	121	123	123	122	11.3
17	12	3489	62	64	61	62	10.8
18	12	3489	35	34	34	35	13.2
19	13	1999	60	62	61	61	8.6
20	13	1999	50	52	50	51	10.8
21	13	3377	54	53	51	53	8.8
22	13	3377	39	39	41	40	8.1
23	13	3377	26	27	28	28	10
24	13	3377	26	26	26	26	9.6
25	13	1484	122	122	122	122	16.1 23°C
26	13	1484	137	137	136	137	14.2 23°C
27	13	3009	139	141	142	141	9.5 23°C
28	13	3009	103	104	104	104	9.7 23°C
29	13	4388	43	43	41	42	8.9 23°C
30	13	4388	79	79	80	79	8 23°C
31	12	1461	63	61	62	62	7.1 23°C
32	12	1461	50	52	52	51	11.6 23°C
33	12	2472	26	26	26	26	12.5 23°C
34	12	2472	46	48	50	48	6.8 23°C

PVM	Piste	Tieosa	Paaluluku	Mittaus1	Mittaus2	Mittaus3	KA	Kosteus	Huomi	Tie kuiva lämpötila 15-16°C, Tien lämpötila 22°C
Vko 34 (24.8.)	1	9	2152	127	125	126	126	126	10.1	Piste kio 12.34 mittaus 125, kosteus 11.9
Kio 10.35	2	9	2152	132	132	133	133	133	12.4	Piste kio 12.34 mittaus 132, kosteus 13.5
	3	9	3544	125	125	124	126	126	14	
	4	9	3544	171	173	169	171	171	4.9	
	5	11	652	91	93	91	92	92	8.2	
	6	11	652	88	89	89	89	89	9.8	
	7	11	1681	27	29	29	28	28	8.6	
	8	11	1681	40	37	38	38	38	9.1	
	9	11	2475	47	47	49	48	48	6.9	
	10	11	2475	90	91	92	91	91	8	
	11	12	81	-	-	-	-	-	-	
	12	12	81	-	-	-	-	-	-	
	13	12	1921	47	46	46	46	46	9.8	
	14	12	1921	106	109	111	109	109	11.9	
	15	12	3004	207	206	207	207	207	9.1	
	16	12	3004	139	142	141	141	141	10.8	
	17	12	3489	68	66	63	66	66	10.1	
	18	12	3489	47	47	47	47	47	11.3	
	19	13	1999	66	73	73	71	71	10.4	
	20	13	1999	45	45	44	45	45	8.4	
	21	13	3377	51	53	53	52	52	9.4	
	22	13	3377	39	40	39	39	39	8.2	
	23	13	3377	32	31	31	32	32	8.5	
	24	13	3377	31	31	31	31	31	9.5	
	25	13	1484	143	138	138	140	140	13 16°C	
	26	13	1484	144	146	144	146	146	16.1 16°C	
	27	13	3009	189	189	189	189	189	10 16°C	
	28	13	3009	132	134	133	133	133	9.6 16°C	
	29	13	4388	44	46	44	45	45	11.1 16°C	
	30	13	4388	95	96	98	96	96	11.2 16°C	
	31	12	1461	53	53	51	52	52	11.6 16°C	
	32	12	1461	69	71	67	69	69	11.1 16°C	
	33	12	2472	28	29	29	28	28	8.9 16°C	
	34	12	2472	70	68	69	69	69	9.5 16°C	

PVM	Piste	Tieosa	Paaluluku	Mittaus1	Mittaus2	Mittaus3	KA	Kosteus	Huomi	Tie kuiva 17°C, Tien lämpötilä 30°C
Vko 35 (30.8.)	1	9	2152	123	123	122	123	123	11.1	Piste kio 14.23 mittaus 124, kosteus 11.3
Kio 10.45	2	9	2152	130	131	131	131	131	12.2	Piste kio 14.23 mittaus 133, kosteus 8.9
	3	9	3544	119	118	118	118	118	12.9	
	4	9	3544	162	162	163	162	162	11.8	
	5	11	652	93	93	94	93	93	12.8	
	6	11	652	94	93	94	94	94	10.3	
	7	11	1681	27	26	27	27	27	8.8	
	8	11	1681	70	70	70	70	70	9.1	
	9	11	2475	40	39	40	40	40	7.5	
	10	11	2475	84	84	86	85	85	8.3	
	11	12	81	-	-	-	-	-	-	
	12	12	81	-	-	-	-	-	-	
	13	12	1921	49	48	47	48	48	11.1	
	14	12	1921	81	80	80	80	80	11.4	
	15	12	3004	189	192	187	189	189	7.6	
	16	12	3004	131	135	133	133	133	9.4	
	17	12	3489	62	62	58	61	61	9	
	18	12	3489	40	42	39	40	40	6.5	
	19	13	1999	74	74	74	74	74	8.9	
	20	13	1999	46	44	48	46	46	7.5	
	21	13	3377	49	49	50	49	49	9.2	
	22	13	3377	40	39	38	39	39	7.5	
	23	13	3377	27	30	30	28	28	8.4	
	24	13	3377	23	24	23	23	23	8.5	
	25	13	1484	141	142	139	141	142	14.2	
	26	13	1484	146	149	148	148	148	13.5	
	27	13	3009	182	182	181	182	182	11.4	
	28	13	3009	133	133	134	133	133	13.4	
	29	13	4388	38	40	40	39	39	11.7	
	30	13	4388	94	93	92	93	93	11.2	
	31	12	1461	65	64	65	65	65	11.8	
	32	12	1461	57	59	59	58	58	11.5	
	33	12	2472	27	27	26	27	27	12.5	
	34	12	2472	66	66	65	66	66	13.6	

PVM	Piste	Tieosa	Paaluluku	Mittaus1	Mittaus2	Mittaus3	KA	Kosteus	Huomi	Tie kuiva, vähän kostea, kostea ja vähän märkä 9-10°C, Tien lämpötilä 30°C
Vko 36 (7.9.)	1	9	2152	20	20	20	20	20	25	Vähän märkä, ihkusade
Kio 10.40	2	9	2152	23	24	23	23	23	34	Vähän märkä, ihkusade
	3	9	3544	25	25	25	25	25	26.9	Vähän märkä, ihkusade
	4	9	3544	20	20	20	20	20	26.2	Vähän märkä, ihkusade
	5	11	652	15	15	15	15	15	24	Vähän märkä, ihkusade
	6	11	652	16	16	17	17	17	22.8	Vähän märkä, ihkusade
	7	11	1681	5	5	5	5	5	32	Vähän märkä
	8	11	1681	7	8	8	8	8	32	Vähän märkä
	9	11	2475	4	4	4	4	4	33	Vähän märkä
	10	11	2475	8	9	9	9	9	33	Vähän märkä
	11	12	81	-	-	-	-	-	-	Vähän märkä
	12	12	81	-	-	-	-	-	-	Vähän märkä
	13	12	1921	17	17	17	17	17	22.3	Vähän märkä
	14	12	1921	27	28	28	28	28	21.7	Vähän märkä
	15	12	3004	21	21	21	21	21	21.2	Vähän märkä
	16	12	3004	17	19	18	18	18	24.6	Vähän märkä
	17	12	3489	24	25	24	24	24	22.4	Vähän märkä
	18	12	3489	8	7	8	7	7	22.3	Vähän märkä
	19	13	1999	15	15	15	15	15	17.4	Vähän märkä
	20	13	1999	10	11	10	10	10	19.3	Vähän märkä
	21	13	3377	12	12	12	12	12	15.8	Vähän märkä
	22	13	3377	11	11	11	11	11	17.2	Vähän märkä
	23	13	3377	13	13	13	13	13	15.8	Vähän märkä
	24	13	3377	9	10	10	10	10	15.9	Vähän märkä
	25	13	1484	124	125	124	124	124	11.9	Kuiva
	26	13	1484	149	148	149	149	149	14.6	Kuiva
	27	13	3009	100	99	99	99	99	14.7	Vähän kostea
	28	13	3009	67	66	66	66	66	15.3	Vähän kostea
	29	13	4388	15	16	16	16	16	13.2	Vähän märkä, vesisade
	30	13	4388	39	41	41	40	40	14.7	Vähän märkä, vesisade
	31	12	1461	65	64	65	66	66	11.5	Vähän märkä, vesisade
	32	12	1461	32	33	33	33	33	15	Vähän märkä, vesisade
	33	12	2472	9	10	10	10	10	14	Vähän märkä, vesisade
	34	12	2472	26	25	25	25	25	12.3	Vähän märkä, vesisade

PVM	Piste	Tieosa	Paaluluku	Mittaus1	Mittaus2	Mittaus3	KA	Kosteus	Huomi	Tie kuiva, vähän kostea ja kostea 10-15°C, Tien lämpötilä 12°C
Vko 37 (14.9.)	1	9	2152	7	7	7	7	7	23.9	Märkä
Kio 10.00	2	9	2152	8	8	7	7	7	22.7	Märkä
	3	9	3544	8	8	8	8	8	28.7	Märkä
	4	9	3544	6	6	6	6	6	31.6	Märkä
	5	11	652	4	4	4	4	4	30.6	Märkä
	6	11	652	8	8	8	8	8	31	Märkä
	7	11	1681	3	3	3	3	3	31.4	Märkä
	8	11	1681	3	3	3	3	3	27.4	Märkä
	9	11	2475	3	3	3	3	3	32.1	Märkä
	10	11	2475	6	6	6	6	6	33.1	Märkä
	11	12	81	-	-	-	-	-	-	Märkä
	12	12	81	-	-	-	-	-	-	Märkä
	13	12	1921	7	7	7	7	7	26.2	Märkä
	14	12	1921	16	16	16	16	16	23	Märkä
	15	12	3004	5	5	5	5	5	26.1	Märkä
	16	12	3004	5	5	5	5	5	30.2	Märkä
	17	12	3489	13	13	13	13	13	23.7	Märkä
	18	12	3489	5	5	5	5	5	28.7	Märkä
	19	13	1999	9	9	9	9	9	22.7	Märkä
	20	13	1999	7	7	7	7</			

3	9	3544	49	48	48	48	12,3 Kosteaa
4	9	3544	149	152	148	150	11,3 Kuiva
5	11	652	70	75	73	73	9,9 Kuiva
6	11	652	86	85	85	85	4 Kuiva
7	11	1681	6	5	5	6	18,6 Kosteaa
8	11	1681	8	8	8	8	14 Kosteaa
9	11	2475	8	8	8	8	16,7 Kosteaa
10	11	2475	16	16	16	16	20,5 Kosteaa
11	12	81 -	-	-	-		
12	12	81 -	-	-	-		
13	12	1921	45	45	44	45	8,6 Vähän kostea
14	12	1921	56	56	56	56	11,4 Vähän kostea
15	12	3004	186	188	184	186	8,6 Kuiva
16	12	3004	105	106	106	106	10 Kuiva
17	12	3489	58	58	58	58	12,1 Kuiva
18	12	3489	29	29	29	29	5,7 Kuiva
19	13	1999	33	35	36	35	7,8 Kosteaa
20	13	1999	33	33	33	33	10,1 Kosteaa
21	13	3377	44	44	44	44	10,2 Kuiva
22	13	3377	37	37	36	37	9 Kuiva
23	13	3377	28	28	28	28	8 Kuiva
24	13	3377	24	24	24	24	9,7 Kuiva
25	13	1484	116	115	116	116	11,4 Kuiva 14°C
26	13	1484	115	113	114	114	11,2 Kuiva 14°C
27	13	3009	161	161	161	161	9,7 Kuiva 14°C
28	13	3009	117	116	116	116	6,6 Kuiva 14°C
29	13	4388	31	31	31	31	8,3 Kuiva 14°C
30	13	4388	78	78	78	78	6,4 Kuiva 14°C
31	12	1461	71	71	71	71	7,6 Kuiva 14°C
32	12	1461	56	56	56	56	4,9 Kuiva 14°C
33	12	2472	27	25	26	26	3,4 Kuiva 14°C
34	12	2472	54	54	54	54	3,9 Kuiva 14°C

PVM	Piste	Tiesosa	Paaluluku	Mittaus1	Mittaus2	Mittaus3	KA	Kosteus	Huomi	Tie kostea ja vähän märkä 14°C, Tien lämpötila 13°C
Vko 39 (27.9.)	1	9	2152	31	31	31	31	17,3	Kosteaa	
klo 10.40	2	9	2152	28	28	27	28	17,6	Kosteaa	
	3	9	3544	28	29	29	29	18,9	Kosteaa	
	4	9	3544	32	33	32	32	15,3	Kosteaa	
	5	11	652	16	15	15	15	12,5	Kosteaa	
	6	11	652	13	12	12	12	11,5	Kosteaa	
	7	11	1681	4	5	5	5	18,2	Vähän märkä	
	8	11	1681	5	5	5	5	16,2	Vähän märkä	
	9	11	2475	5	5	5	5	30	Vähän märkä	
	10	11	2475	9	9	9	9	30	Vähän märkä	
	11	12	81 -	-	-	-				
	12	12	81 -	-	-	-				
	13	12	1921	13	13	13	13	12,5	Kosteaa	
	14	12	1921	21	21	21	21	16,5	Kosteaa	
	15	12	3004	13	13	13	13	19,4	Kosteaa	
	16	12	3004	15	15	15	15	20	Kosteaa	
	17	12	3489	20	19	19	19	14,7	Kosteaa	
	18	12	3489	10	10	10	10	19,2	Vähän märkä	
	19	13	1999	11	11	11	11	14,8	Vähän märkä	
	20	13	1999	8	8	8	8	18,6	Vähän märkä	
	21	13	3377	11	11	11	11	11,2	Vähän märkä	
	22	13	3377	7	7	7	7	10,7	Vähän märkä	
	23	13	3377	8	8	8	8	14,5	Vähän märkä	
	24	13	3377	6	6	6	6	15	Kosteaa	
	25	13	1484	23	23	23	23	16,1	Kosteaa	
	26	13	1484	22	22	22	22	20,5	Kosteaa	
	27	13	3009	34	34	34	34	14,8	Kosteaa	
	28	13	3009	38	38	38	38	10,5	Kosteaa	
	29	13	4388	10	10	10	10	12,4	Kosteaa	
	30	13	4388	18	17	17	18	12,4	Kosteaa	
	31	12	1461	16	16	16	16	12,9	Kosteaa	
	32	12	1461	15	15	15	15	12,3	Kosteaa	
	33	12	2472	8	8	8	8	10,3	Kosteaa	
	34	12	2472	15	15	15	15	11,3	Kosteaa	

PVM	Piste	Tiesosa	Paaluluku	Mittaus1	Mittaus2	Mittaus3	KA	Kosteus	Huomi	Tie kuiva 11-12°C, Tien lämpötila 13°C
Vko 40 (4.10.)	1	9	2152	107	109	109	108	9,7		
klo 10.40	2	9	2152	118	118	117	118	9,2		
	3	9	3544	99	99	99	99	11,2		
	4	9	3544	142	141	140	141	12,5		
	5	11	652	84	83	88	85	9,1		
	6	11	652	77	77	77	77	9,4		
	7	11	1681	22	22	22	22	6,6		
	8	11	1681	34	35	35	35	6,8		
	9	11	2475	35	36	36	36	6,8		
	10	11	2475	75	74	74	74	6,9		
	11	12	81 -	-	-	-				
	12	12	81 -	-	-	-				
	13	12	1921	37	38	38	38	8,5		
	14	12	1921	87	88	87	87	10,6		
	15	12	3004	183	183	183	183	7		
	16	12	3004	160	161	160	160	10,6		
	17	12	3489	53	53	53	53	11,5		
	18	12	3489	26	27	26	26	10,7		
	19	13	1999	44	45	45	45	7,6		
	20	13	1999	40	38	38	39	9,6		
	21	13	3377	44	43	43	43	5,7		
	22	13	3377	31	31	31	31	6,7		
	23	13	3377	22	23	23	23	8,5		
	24	13	3377	24	22	22	23	9,4		
	25	13	1484	126	126	126	126	9		
	26	13	1484	133	133	133	133	12,5		
	27	13	3009	161	161	161	161	8,3		
	28	13	3009	114	116	116	115	8,6		
	29	13	4388	34	34	34	34	9,2		
	30	13	4388	77	79	78	78	9,6		
	31	12	1461	57	57	57	57	9,4		
	32	12	1461	28	28	28	28	8,3		
	33	12	2472	26	26	26	26	9,3		
	34	12	2472	48	48	49	48	6,3		

PVM	Piste	Tiesosa	Paaluluku	Mittaus1	Mittaus2	Mittaus3	KA	Kosteus	Huomi	Tie kostea 7°C, Tien lämpötila 6°C
Vko 41 (11.10.)	1	9	2152	38	37	37	37	14,3		
klo 10.35	2	9	2152	34	34	34	34	12,3		
	3	9	3544	32	31	31	31	13,9		
	4	9	3544	50	48	47	48	13,2		
	5	11	652	17	17	17	17	13,5		
	6	11	652	20	20	20	20	12,3		
	7	11	1681	4	4	4	4	16,2		
	8	11	1681	13	13	13	13	13		
	9	11	2475	10	10	10	10	11,2		
	10	11	2475	15	15	15	15	11,3		
	11	12	81 -	-	-	-				
	12	12	81 -	-	-	-				
	13	12	1921	13	13	13	13	14,3		
	14	12	1921	27	27	27	27	12,1		
	15	12	3004	14	14	14	14	11,1		
	16	12	3004	23	23	23	23	14,4		
	17	12	3489	21	21	21	21	12,5		
	18	12	3489	7	7	7	7	14,8		
	19	13	1999	9	9	9	9	11,6		
	20	13	1999	12	12	12	12	13,3		
	21	13	3377	12	12	12	12	14,4		
	22	13	3377	6	6	6	6	10,6		
	23	13	3377	10	10	10	10	10,6		
	24	13	3377	10	10	10	10	10,5		
	25	13	1484	48	48	48	48	15		
	26	13	1484	54	55	55	55	15,8		
	27	13	3009	38	38	38	38	15,9		
	28	13	3009	35	35	35	35	12,4		
	29	13	4388	11	11	11	11	12,8		
	30	13	4388	23	23	23	23	13,7		
	31	12	1461	27	27	27	27	11,2		
	32	12	1461	19	19	19	19	12,5		
	33	12	2472	9	9	9	9	12,7		
	34	12	2472	26	26	26	26	11,2		

Liite 9. MT1521:n paluuehijastavuusmittausten tulokset

PVM Vko 42 (20.10.) klo 15.00	Piste	Tieosa	Paaluku	Mittaus1	Mittaus2	Mittaus3	KA	Kosteus	Huomi	Tienpinta kuiva 9°C, Tien lämpötilä 13°C
1	1	2080	176	178	179	178	178	178	RH 45	
2	1	2080	177	178	179	178	178	178	RH 45	
3	1	2670	184	186	187	184	184	184	RH 45	
4	1	2670	223	223	224	223	223	223		
5	1	3495	157	155	156	156	156	156		Viva jaa oikean pyöräuran alle
6	1	3495	164	166	165	165	165	165	RH 50	
7	1	4895	216	218	218	217	217	217		
8	1	4895	258	254	254	255	255	255		
9	1	0	178	176	176	177	177	177		
10	1	0	223	223	223	223	223	223	RH 46	
11	1	1677	193	196	196	195	195	195		
12	1	1677	186	186	187	186	186	186	RH 46	
PVM Vko 43 (27.10.) klo 10.30	Piste	Tieosa	Paaluku	Mittaus1	Mittaus2	Mittaus3	KA	Kosteus	Huomi	Tien pinta kuiva 7-8°C, Tien lämpötilä 10°C
1	1	2080	168	167	167	167	167	167	9,6	Piste kaslettiin kosteus 22,1, mittaus 7, Turun päästä kuvaneena kosteus 10,
2	1	2080	167	168	167	167	167	167	10,9	
3	1	2670	200	200	199	200	200	200	10,4	
4	1	2670	200	201	201	201	201	201	11,3	
5	1	3495	158	158	158	158	158	158	11,6	
6	1	3495	142	142	142	142	142	142	11,8	
7	1	4895	168	167	168	168	168	168	9,8	
8	1	4895	184	184	184	184	184	184	10	
9	1	0	169	167	165	167	167	167	9,9	
10	1	0	203	204	206	204	204	204	10,6	
11	1	1677	162	164	165	164	164	164	9,6	
12	1	1677	165	163	165	164	164	164	9,7	
PVM Vko 44 (4.11.) klo 10.30	Piste	Tieosa	Paaluku	Mittaus1	Mittaus2	Mittaus3	KA	Kosteus	Huomi	Tien pinta hieman kostea ja likainen 6-7°C, Tienlämpötilä 9°C
1	1	2080	52	53	53	53	53	53	10,3	
2	1	2080	65	66	65	65	65	65	10	
3	1	2670	58	59	58	58	58	58	11,1	
4	1	2670	76	76	77	76	76	76	10,9	
5	1	3495	58	58	58	58	58	58	10	
6	1	3495	56	55	56	56	56	56	10,1	
7	1	4895	95	94	97	95	95	95	9,6	Pisteen lähellä suoritettiin harjaus: mittaus ennen 95, jälkeen 44
8	1	4895	102	102	102	102	102	102	10	Pisteen lähellä suoritettiin harjaus: mittaus ennen 102, jälkeen 56
9	1	0	69	72	72	71	71	71	10	
10	1	0	93	92	93	93	93	93	10,6	
11	1	1677	57	57	58	57	57	57	10,2	
12	1	1677	44	43	44	44	44	44	9,6	
PVM Vko 45 (10.11.) klo 15.00	Piste	Tieosa	Paaluku	Mittaus1	Mittaus2	Mittaus3	KA	Kosteus	Huomi	Tie 1°C kostea ja likainen, Tien lämpötilä 6°C
1	1	2080	37	37	37	37	37	37	13,9	
2	1	2080	55	55	55	55	55	55	15	
3	1	2670	81	79	79	80	80	80	17	
4	1	2670	84	84	84	84	84	84	15,3	
5	1	3495	12	12	12	12	12	12	30	Tummunut perusteellisesti, valokuva
6	1	3495	12	13	12	12	12	12	24,8	Tummunut perusteellisesti, valokuva
7	1	4895	44	45	46	45	45	45	19	
8	1	4895	38	36	36	37	37	37	19,1	
9	1	0	40	40	40	40	40	40	17,4	
10	1	0	56	56	55	56	56	56	16,8	
11	1	1677	31	31	31	31	31	31	19,4	
12	1	1677	29	29	29	29	29	29	16,6	
PVM Vko 46 (18.11.) klo 14.35	Piste	Tieosa	Paaluku	Mittaus1	Mittaus2	Mittaus3	KA	Kosteus	Huomi	Tien pinta vähän märkä ja todella likainen 4-5°C, Tien lämpötilä 6°C
1	1	2080	5	5	5	5	5	5	25,9	
2	1	2080	6	7	7	7	7	7	22,7	
3	1	2670	16	16	15	16	16	16	23,4	
4	1	2670	14	14	14	14	14	14	22,4	
5	1	3495	24	25	25	25	25	25	16,6	Vähän likainen
6	1	3495	23	224	23	23	23	23	18,2	Vähän likainen
7	1	4895	26	26	26	26	26	26	21,1	
8	1	4895	30	229	29	29	29	29	22	
9	1	0	25	25	25	25	25	25	20,5	
10	1	0	35	35	35	35	35	35	21	
11	1	1677	30	31	30	30	30	30	16,6	
12	1	1677	22	22	22	22	22	22	17,4	
PVM Vko 47 (25.11.) klo 9.10	Piste	Tieosa	Paaluku	Mittaus1	Mittaus2	Mittaus3	KA	Kosteus	Huomi	Likainen ja vähän märkä tie 6°C, Tien lämpötilä 5°C
1	1	2080	6	6	5	6	6	6	50	
2	1	2080	4	4	4	4	4	4	50	
3	1	2670	18	18	18	18	18	18	50	
4	1	2670	11	11	11	11	11	11	40,1	Vähän likainen
5	1	3495	7	6	6	6	6	6	32,6	Vähän likainen
6	1	3495	6	5	6	6	6	6	31,3	Vähän likainen
7	1	4895	19	20	20	20	20	20	33,4	Vähän likainen
8	1	4895	24	23	24	24	24	24	36,7	Vähän likainen
9	1	0	12	12	13	12	12	12	35,4	Vähän likainen
10	1	0	16	16	17	16	16	16	47	Vähän likainen
11	1	1677	12	12	12	12	12	12	50	Vähän likainen
12	1	1677	10	11	11	11	11	11	50	Vähän likainen
PVM Vko 48 (2.12.) klo 10.05	Piste	Tieosa	Paaluku	Mittaus1	Mittaus2	Mittaus3	KA	Kosteus	Huomi	Kostea pinta ja vähän likainen 5°C, Tien lämpötilä 5°C
1	1	2080	21	20	20	20	20	20	30,1	
2	1	2080	21	21	20	21	21	21	23,5	
3	1	2670	21	22	22	22	22	22	25	
4	1	2670	13	13	13	13	13	13	27	
5	1	3495	7	7	7	7	7	7	19,4	
6	1	3495	6	5	6	6	6	6	19,6	
7	1	4895	36	36	36	36	36	36	15	
8	1	4895	34	34	35	34	34	34	15,1	
9	1	0	18	19	19	19	19	19	21,1	
10	1	0	24	24	24	24	24	24	25,1	
11	1	1677	13	12	12	12	12	12	18,2	
12	1	1677	14	14	13	14	14	14	31,2	
PVM Vko 49 (9.12.) klo 9.25	Piste	Tieosa	Paaluku	Mittaus1	Mittaus2	Mittaus3	KA	Kosteus	Huomi	Loskainen keli, viivat osittain loskan pötsissä -1°C, Tien lämpötilä C
1	1	2080	13	13	14	13	13	13	50	
2	1	2080	17	16	16	16	16	16	50	
3	1	2670	8	10	7	8	8	8	50	
4	1	2670	8	11	8	9	9	9	50	
5	1	3495	12	12	12	12	12	12	50	
6	1	3495	12	11	12	12	12	12	50	
7	1	4895	0	0	0	0	0	0	50	Viiva pötsissä
8	1	4895	0	0	0	0	0	0	50	Viiva pötsissä
9	1	0	7	6	6	6	6	6	50	
10	1	0	5	6	6	6	6	6	50	
11	1	1677	6	6	6	6	6	6	50	
12	1	1677	6	6	6	6	6	6	50	
PVM Vko 50 (15.12.) klo 9.20	Piste	Tieosa	Paaluku	Mittaus1	Mittaus2	Mittaus3	KA	Kosteus	Huomi	Tien pinta märkä, hentoa sadetta 2°C, Tien lämpötilä 3°C
1	1	2080	6	6	6	6	6	6	22,7	
2	1	2080	3	4	4	4	4	4	21,6	
3	1	2670	1	1	1	1	1	1	22,8	
4	1	2670	1	1	2	1	1	1	24,6	
5	1	3495	2	2	2	2	2	2	21,4	
6	1	3495	6	6	6	6	6	6	20,3	
7	1	4895	10	10	11	10	10	10	23,6	
8	1	4895	6	9	6	7	7	7	20	
9	1	0	5	6	5	6	6	6	20,9	
10	1	0	3	4	4	4	4	4	20,3	
11	1	1677	3	3	3	3	3	3	19,4	
12	1	1677	4	4	5	4	4	4	17,5	
PVM Vko 51 (21.12.) klo 9.15	Piste	Tieosa	Paaluku	Mittaus1	Mittaus2	Mittaus3	KA	Kosteus	Huomi	Likainen ja kostea pinta, ohut sotkokerros -1°C, tien lämpötilä -1°C
1	1	2080	7	7	6	7	7	7	50	
2	1	2080	6	6	7	6	6	6	50	
3	1	2670	7	6	7	7	7	7	50	
4	1	2670	9	9	9	9	9	9	50	
5	1	3495	11	10	11	11	11	11	50	
6	1	3495	8	8	8	8	8	8	50	
7	1	4895	8	8	8	8	8	8	50	
8	1	4895	7	7	7	7	7	7	50	
9	1	0	15	14	14	14	14	14	50	
10	1	0	16	16	16	16	16	16	50	
11	1	1677	6	6	6	6	6	6	50	
12	1	1677	8	8	8	8	8	8	50	
PVM Vko 52 (30.12.) klo 9.10	Piste	Tieosa	Paaluku	Mittaus1	Mittaus2	Mittaus3	KA	Kosteus	Huomi	Tihkusadetta, Tien pinta märkä 2°C, Tien lämpötilä 3°C
1	1	2080	14	15	7	8	8	8	22,7	
2	1	2080	7	7	7	7	7	7	19,2	
3	1	2670	12	10	10	10	10	10	20,6	
4	1	2670	6	6	6	6	6	6	22	
5	1	3495	4	4	5	4	4	4	17,8	
6	1	3495	5	5	5	5	5	5	16,5	
7	1	4895	16	17	17	17	17	17	22,1	
8	1	4895	10	11	12	11	11	11	18,5	
9	1	0	5	6	5	6	6	6	21,1	
10	1	0	4	4	4	4	4	4	18,1	
11	1	1677	4	4	4	4	4	4	20,9	
12	1	1677	7	6	7	7	7	7	12,4	
PVM Vko 1 (5.1.) klo 9.15	Piste	Tieosa	Paaluku	Mittaus1	Mittaus2	Mittaus3	KA	Kosteus	Huomi	Tien pinta kostea ja likainen 1°C, Tien lämpötilä 0°C
1	1	2080	10	10	10	10	10	10	46	
2	1	2080	8	9	8	8	8	8</		

klo 9.00	2	1	2080	0	0	0	0	50	Viiva pillossa	
	3	1	2670	0	0	0	0	50	Viiva pillossa	
	4	1	2670	0	0	0	0	50	Viiva pillossa	
	5	1	3495	14	14	14	14	50	Puhdas	
	6	1	3495	11	11	11	11	50	Puhdas	
	7	1	4895	0	0	0	0	50	Viiva pillossa	
	8	1	4895	0	0	0	0	50	Viiva pillossa	
	9	1	0	5	4	5	5	50		
	10	1	0	6	5	6	6	50		
	11	1	1677	12	12	12	12	50		
	12	1	1677	10	10	10	10	50		
PVM Vko 3 (20.1.) klo 9.20	Piste	Tieosa	Paakuluuku	Mittaus1	Mittaus2	Mittaus3	KA	Kosteus	Huomi	Loskainen tie -2°C, Tien lämpötilä -1°C
	1	1	2080	0	0	0	0	0	50	Rekan perävaunu viivan päällä
	2	1	2080	0	0	0	0	0	50	Rekan perävaunu viivan päällä
	3	1	2670	9	8	8	8	50		
	4	1	2670	6	6	6	6	50		
	5	1	3495	10	10	10	10	50		
	6	1	3495	9	9	9	9	50		
	7	1	4895	4	4	4	4	50		
	8	1	4895	7	7	7	7	50		
	9	1	0	4	3	3	3	50		
	10	1	0	5	6	6	6	50		
	11	1	1677	7	6	7	7	50		
	12	1	1677	6	6	6	6	50		
PVM Vko 4 (26.1.) klo 9.35	Piste	Tieosa	Paakuluuku	Mittaus1	Mittaus2	Mittaus3	KA	Kosteus	Huomi	Tien pinta jäinen -7°C, Tien lämpötilä -7°C
	1	1	2080	0	0	0	0	0	50	Viiva pillossa
	2	1	2080	0	0	0	0	0	50	Viiva pillossa
	3	1	2670	0	0	0	0	0	50	Viiva pillossa
	4	1	2670	0	0	0	0	0	50	Viiva pillossa
	5	1	3495	17	17	17	17	33,3		
	6	1	3495	17	17	16	16	23		
	7	1	4895	0	0	0	0	0	50	Viiva pillossa
	8	1	4895	0	0	0	0	0	50	Viiva pillossa
	9	1	0	41	40	40	40	21,1	Osittain lumen peitossa	
	10	1	0	52	50	52	51	23,8	Osittain lumen peitossa	
	11	1	1677	41	41	41	41	17	Osittain lumen peitossa	
	12	1	1677	21	21	21	21	25,5	Osittain lumen peitossa	
PVM Vko 5 (2.2.) klo 9.35	Piste	Tieosa	Paakuluuku	Mittaus1	Mittaus2	Mittaus3	KA	Kosteus	Huomi	Tien pinta jäinen -23°C, Tien lämpötilä -20°C
	1	1	2080	0	0	0	0	17	17,9	
	2	1	2080	17	17	17	17	18,1		
	3	1	2670	15	15	15	15	16,6		
	4	1	2670	16	16	16	16	15,7		
	5	1	3495	18	18	18	18	12,3		
	6	1	3495	17	18	20	18	13		
	7	1	4895	0	0	0	0	0	50	Viiva pillossa
	8	1	4895	0	0	0	0	0	50	Viiva pillossa
	9	1	0	23	23	24	23	11		
	10	1	0	16	16	16	16	12,6		
	11	1	1677	18	18	18	18	11,4		
	12	1	1677	17	17	17	17	12,8		
PVM Vko 6 (9.2.) klo 9.35	Piste	Tieosa	Paakuluuku	Mittaus1	Mittaus2	Mittaus3	KA	Kosteus	Huomi	Tien pinta jäinen -17(-18)°C, Tien lämpötilä -16°C
	1	1	2080	0	0	0	0	0	50	Viiva pillossa
	2	1	2080	0	0	0	0	0	50	Viiva pillossa
	3	1	2670	11	11	11	11	21,6	Polannetta	
	4	1	2670	12	13	12	12	18,6	Polannetta	
	5	1	3495	17	17	18	17	12,4		
	6	1	3495	18	18	18	18	10,3		
	7	1	4895	0	0	0	0	0	Viiva pillossa	
	8	1	4895	0	0	0	0	0	Viiva pillossa	
	9	1	0	24	25	24	24	12		
	10	1	0	30	30	30	30	11,9		
	11	1	1677	17	17	17	17	11,6		
	12	1	1677	20	20	20	20	10,4		
PVM Vko 7 (16.2.) klo 9.35	Piste	Tieosa	Paakuluuku	Mittaus1	Mittaus2	Mittaus3	KA	Kosteus	Huomi	Tien pinta jäinen ja osittain lumenen -14°C, Tien lämpötilä -8°C
	1	1	2080	0	0	0	0	0	50	Viiva pillossa
	2	1	2080	0	0	0	0	0	50	Viiva pillossa
	3	1	2670	0	0	0	0	0	50	Viiva pillossa
	4	1	2670	0	0	0	0	0	50	Viiva pillossa
	5	1	3495	13	13	14	13	25,2		
	6	1	3495	14	14	14	14	17,1		
	7	1	4895	0	0	0	0	0	50	Viiva pillossa
	8	1	4895	0	0	0	0	0	50	Viiva pillossa
	9	1	0	13	13	13	13	25,7	Lunta vähän viivalla	
	10	1	0	20	21	21	21	20,8	Lunta vähän viivalla	
	11	1	1677	16	16	15	16	24,4		
	12	1	1677	15	16	16	16	20		
PVM Vko 8 (23.2.) klo 9.35	Piste	Tieosa	Paakuluuku	Mittaus1	Mittaus2	Mittaus3	KA	Kosteus	Huomi	Hento kunnassa, loskainen ja lumenen tie 0°C, Tien lämpötilä 0°C
	1	1	2080	0	0	0	0	0	50	Viiva pillossa
	2	1	2080	0	0	0	0	0	50	Viiva pillossa
	3	1	2670	0	0	0	0	0	50	Viiva pillossa
	4	1	2670	0	0	0	0	0	50	Viiva pillossa
	5	1	3495	20	17	17	18	50		
	6	1	3495	17	17	16	17	50		
	7	1	4895	0	0	0	0	0	50	Viiva pillossa
	8	1	4895	0	0	0	0	0	50	Viiva pillossa
	9	1	0	0	0	0	0	0	50	Viiva pillossa
	10	1	0	0	0	0	0	0	50	Viiva pillossa
	11	1	1677	14	14	14	12	50		
	12	1	1677	12	10	11	11	50		
PVM Vko 9 (1.3.) klo 9.35	Piste	Tieosa	Paakuluuku	Mittaus1	Mittaus2	Mittaus3	KA	Kosteus	Huomi	Tien pinta märkä ja likainen -1°C, Tien lämpötilä 0°C
	1	1	2080	5	5	6	5	50		
	2	1	2080	4	4	4	4	50		
	3	1	2670	3	3	3	3	50		
	4	1	2670	5	5	6	5	50		
	5	1	3495	9	9	10	9	50	Puhdas	
	6	1	3495	10	9	10	10	50	Puhdas	
	7	1	4895	3	4	3	3	50		
	8	1	4895	3	3	3	3	50		
	9	1	0	7	8	8	8	50	Puhdas	
	10	1	0	7	7	7	7	50	Puhdas	
	11	1	1677	7	6	7	7	50	Puhdas	
	12	1	1677	6	7	6	6	50	Puhdas	
PVM Vko 10 (8.3.) klo 9.35	Piste	Tieosa	Paakuluuku	Mittaus1	Mittaus2	Mittaus3	KA	Kosteus	Huomi	Tie kuiva, pölyinen ja vähän likainen -12°C, Tien lämpötilä -6°C
	1	1	2080	62	63	61	62	12,7		
	2	1	2080	33	34	33	33	13,1		
	3	1	2670	64	63	66	64	12,6		
	4	1	2670	61	63	65	63	12,9		
	5	1	3495	29	30	28	29	11,6		
	6	1	3495	25	25	26	25	12,7		
	7	1	4895	119	122	120	120	12,7		
	8	1	4895	86	88	84	86	12,9		
	9	1	0	61	61	61	61	11,6		
	10	1	0	49	49	49	49	12,6		
	11	1	1677	51	51	51	51	12,2		
	12	1	1677	53	53	54	53	10,8		
PVM Vko 11 (14.3.) klo 9.35	Piste	Tieosa	Paakuluuku	Mittaus1	Mittaus2	Mittaus3	KA	Kosteus	Huomi	Tie kuiva, pölyinen ja vähän likainen -2°C, Tien lämpötilä 4°C
	1	1	2080	77	77	78	77	11,9		
	2	1	2080	53	53	52	53	12,6		
	3	1	2670	63	63	62	63	13,5		
	4	1	2670	64	63	64	64	13,3		
	5	1	3495	39	39	39	39	13,1		
	6	1	3495	37	37	37	37	13,7		
	7	1	4895	91	89	87	89	14,8		
	8	1	4895	61	63	65	63	12,8		
	9	1	0	48	47	46	47	14,3		
	10	1	0	44	44	45	44	13,1		
	11	1	1677	56	57	57	57	13,3		
	12	1	1677	55	55	54	55	13,1		
PVM Vko 12 (22.3.) klo 9.35	Piste	Tieosa	Paakuluuku	Mittaus1	Mittaus2	Mittaus3	KA	Kosteus	Huomi	Tien pinta vähän kostea 5°C, Tien lämpötilä 7°C
	1	1	2080	34	34	33	34	13,8		
	2	1	2080	26	26	26	26	16,6		
	3	1	2670	39	39	39	39	17,7		
	4	1	2670	44	44	44	44	12,8		
	5	1	3495	25	25	25	25	14,2		
	6	1	3495	24	25	25	25	14,6		
	7	1	4895	32	32	32	32	12,5		
	8	1	4895	24	24	25	24	14,8		
	9	1	0	36	35	36	36	14,1		
	10	1	0	34	34	34	34	11,3		
	11	1	1677	30	30	30	30	12,2		
	12	1	1677	31	32	31	31	13		
PVM Vko 13 (30.3.) klo 9.35	Piste	Tieosa	Paakuluuku	Mittaus1	Mittaus2	Mittaus3	KA	Kosteus	Huomi	Tien pinta vähän kostea 1°C, Tien lämpötilä 6°C
	1	1	2080	29	30	29	29	11,2		
	2	1	2080	21	21	21	21	14,2		
	3	1	2670	38	38	38	38	14,9		
	4	1	2670	39	39	39	39	15,3		
	5	1	3495	20	20	20	20	14,8		
	6	1	3495	19	19	19	19	15,1		
	7	1	4895	55	55	55	55	14,4	Kuiva ja likainen	
	8	1	4895	33	32	33	33	13,2	Kuiva ja likainen	
	9	1	0	37	37	38	37	12,6		
	10	1	0	37	36	36	36	12,3		
	11	1	1677	26	25	27	26	12,2		
	12	1	1677	30	30	29	30	12,4		
PVM Vko 14 (5.4.) klo 9.35	Piste	Tieosa	Paakuluuku	Mittaus1	Mittaus2	Mittaus3	KA	Kosteus	Huomi	Tie vähän kostea ja pölyinen 2°C, Tien lämpötilä 8°C
	1	1	2080							

24

6	1	3495	142	143	141	142	9,3			
7	1	4895	186	185	185	186	8,5			
8	1	4895	169	167	167	168	8,5			
9	1	0	138	138	139	138	9,3			
10	0	143	142	142	142	142	8,5			
11	1	1677	134	134	133	134	8,2			
12	1	1677	132	132	132	132	8,3			
PVM	Piste	Tieosa	Paaluluku	Mittaus1	Mittaus2	Mittaus3	KA	Kosteus	Huomi	Tie kuiva 18°C, Tien lämpötila 25°C
Vko 27 (6.7.)	1	1	2080	148	148	147	148	7,5		
klo 9.40	2	1	2080	151	151	151	151	10		
	3	1	2670	185	185	186	186	7,9		
	4	1	2670	179	179	178	179	9,8		
	5	1	3495	130	132	131	131	8,6		
	6	1	3495	134	134	134	134	8		
	7	1	4895	193	194	195	194	9,4		
	8	1	4895	193	195	195	194	8,4		
	9	0	143	143	143	143	7,9			
	10	1	0	151	151	152	151	7,3		
	11	1	1677	129	128	129	129	6,8		
	12	1	1677	132	132	132	132	6,3		
PVM	Piste	Tieosa	Paaluluku	Mittaus1	Mittaus2	Mittaus3	KA	Kosteus	Huomi	Tie osittain kostea ja kuiva 16°C, Tien lämpötila 26°C
Vko 28 (12.7.)	1	1	2080	75	74	75	75	12,4	Kostea	
klo 10.10	2	1	2080	60	60	60	60	16,8	Kostea	
	3	1	2670	66	66	65	66	16,5	Kostea	
	4	1	2670	67	67	67	67	16,7	Kostea	
	5	1	3495	121	121	122	122	9,6	Kuivunut apura	
	6	1	3495	127	128	128	128	9,3	Kuivunut apura	
	7	1	4895	189	189	186	188	9,5	Kuiva	
	8	1	4895	174	175	178	176	8,4	Kuiva	
	9	1	0	142	142	142	142	8,4	Kuiva	
	10	1	0	146	147	147	147	8,9	Kuiva	
	11	1	1677	104	104	105	104	8,4	Kostea	
	12	1	1677	95	94	94	94	15,3	Kostea	
PVM	Piste	Tieosa	Paaluluku	Mittaus1	Mittaus2	Mittaus3	KA	Kosteus	Huomi	Tie kuiva 17°C, Tien lämpötila 30°C
Vko 29 (20.7.)	1	1	2080	170	165	166	167	8,6		
klo 10.15	2	1	2080	179	178	181	179	8,9		
	3	1	2670	202	202	203	202	10,5		
	4	1	2670	199	199	202	200	9,8		
	5	1	3495	155	153	153	154	5,7		
	6	1	3495	156	156	157	156	7,8		
	7	1	4895	204	205	204	204	6,1		
	8	1	4895	220	218	222	220	8,5		
	9	0	159	154	154	156	6,8			
	10	1	0	170	173	170	171	6,9		
	11	1	1677	141	143	141	142	6,5		
	12	1	1677	147	144	147	146	9,1		
PVM	Piste	Tieosa	Paaluluku	Mittaus1	Mittaus2	Mittaus3	KA	Kosteus	Huomi	Tie kuiva 20°C, Tien lämpötila 32°C
Vko 30 (27.7.)	1	1	2080	150	149	151	150	8,4		
klo 9.55	2	1	2080	174	174	174	174	9,4		
	3	1	2670	195	197	195	196	10,6		
	4	1	2670	194	191	192	192	9,7		
	5	1	3495	142	143	139	141	9,2		
	6	1	3495	143	143	143	143	7,5		
	7	1	4895	194	194	195	194	9,4		
	8	1	4895	199	201	200	200	7,3		
	9	1	0	148	148	146	147	5,4		
	10	1	0	159	160	160	160	8,6		
	11	1	1677	139	138	139	139	7,5		
	12	1	1677	146	146	145	146	8,5		
PVM	Piste	Tieosa	Paaluluku	Mittaus1	Mittaus2	Mittaus3	KA	Kosteus	Huomi	Tie kuiva 21°C, Tien lämpötila 32°C
Vko 31 (3.8.)	1	1	2080	166	166	165	166	9,5		
klo 9.55	2	1	2080	157	157	158	157	10,4		
	3	1	2670	199	202	202	201	11,3		
	4	1	2670	195	194	196	195	9,5		
	5	1	3495	143	143	143	143	8,5		
	6	1	3495	151	148	152	150	8,5		
	7	1	4895	194	194	193	194	9,9		
	8	1	4895	210	205	213	209	8,6		
	9	0	136	134	134	135	8,1			
	10	1	0	154	154	156	155	7,7		
	11	1	1677	133	133	133	133	8,7		
	12	1	1677	132	128	128	129	8,5		
PVM	Piste	Tieosa	Paaluluku	Mittaus1	Mittaus2	Mittaus3	KA	Kosteus	Huomi	Tie kuiva 11°C, tien lämpötila 18°C
Vko 32 (10.8.)	1	1	2080	157	159	157	158	9,9		
klo 9.50	2	1	2080	166	167	168	167	10,7		
	3	1	2670	206	206	207	206	10,8		
	4	1	2670	203	201	202	202	11,6		
	5	1	3495	150	149	149	149	9,2		
	6	1	3495	155	154	155	155	9,7		
	7	1	4895	190	190	189	190	10,2		
	8	1	4895	205	204	206	205	9,8		
	9	1	0	144	143	144	144	10,1		
	10	1	0	166	163	165	165	9,7		
	11	1	1677	115	114	117	115	10,1		
	12	1	1677	119	116	118	118	11		
PVM	Piste	Tieosa	Paaluluku	Mittaus1	Mittaus2	Mittaus3	KA	Kosteus	Huomi	Tie kuiva 15°C, Tien lämpötila 26°C
Vko 33 (17.8.)	1	1	2080	172	172	170	171	12,2		
klo 9.30	2	1	2080	172	172	172	172	10,8		
	3	1	2670	187	187	187	187	11,5		
	4	1	2670	191	191	191	191	11		
	5	1	3495	130	129	129	129	10,2		
	6	1	3495	137	136	135	136	10,4		
	7	1	4895	184	184	184	184	11,4		
	8	1	4895	190	190	191	190	10,1		
	9	0	137	136	137	137	9,7			
	10	1	0	148	148	148	148	10,3		
	11	1	1677	129	130	129	129	9,3		
	12	1	1677	102	103	102	102	10,4		
PVM	Piste	Tieosa	Paaluluku	Mittaus1	Mittaus2	Mittaus3	KA	Kosteus	Huomi	Tie kuiva 12°C, Tien lämpötila 16°C
Vko 34 (24.8.)	1	1	2080	177	177	174	176	9,6		
klo 9.35	2	1	2080	173	172	171	172	9,8		
	3	1	2670	195	198	197	197	10,4		
	4	1	2670	195	192	186	191	11,7		
	5	1	3495	159	159	159	159	9,8		
	6	1	3495	154	155	153	154	10,2		
	7	1	4895	204	203	204	204	11,3		
	8	1	4895	143	144	143	143	9,9		
	9	1	0	152	151	152	152	10,4		
	10	1	0	164	163	163	163	8,5		
	11	1	1677	154	152	153	153	9,3		
	12	1	1677	141	141	143	142	10,4		
PVM	Piste	Tieosa	Paaluluku	Mittaus1	Mittaus2	Mittaus3	KA	Kosteus	Huomi	Tie kuiva 14°C, Tien lämpötila 21°C
Vko 35 (30.8.)	1	1	2080	167	167	168	167	10,4		
klo 9.35	2	1	2080	157	157	158	157	7,6		
	3	1	2670	178	178	177	178	10,4		
	4	1	2670	186	187	187	187	10,4		
	5	1	3495	144	144	144	144	9,5		
	6	1	3495	139	140	139	139	10,6		
	7	1	4895	197	197	197	197	10,3		
	8	1	4895	148	151	150	150	9		
	9	0	142	143	142	142	9,6			
	10	1	0	156	154	153	154	9,3		
	11	1	1677	139	138	139	139	9,4		
	12	1	1677	127	126	127	127	8,9		
PVM	Piste	Tieosa	Paaluluku	Mittaus1	Mittaus2	Mittaus3	KA	Kosteus	Huomi	Tie kuiva 9°C, Tien lämpötila 13°C
Vko 36 (7.9.)	1	1	2080	136	135	136	136	9,6		
klo 9.35	2	1	2080	133	138	135	135	9,6		
	3	1	2670	142	141	139	141	11,6		
	4	1	2670	127	129	128	128	10,2		
	5	1	3495	122	122	122	122	9,6		
	6	1	3495	125	125	125	125	9,8		
	7	1	4895	209	209	209	209	11,1		
	8	1	4895	176	176	176	176	10		
	9	1	0	151	151	150	151	9,5		
	10	1	0	170	170	170	170	9,1		
	11	1	1677	141	142	141	141	9,5		
	12	1	1677	135	135	136	135	10,8		
PVM	Piste	Tieosa	Paaluluku	Mittaus1	Mittaus2	Mittaus3	KA	Kosteus	Huomi	Tie kuiva ja vähän kostea 12°C, Tien lämpötila 12°C
Vko 37 (14.9.)	1	1	2080	86	87	87	87	11	Vähän kostea	
klo 9.00	2	1	2080	101	102	102	102	11,1	Vähän kostea	
	3	1	2670	124	126	125	125	12,4	Kuiva	
	4	1	2670	137	137	137	137	12,2	Kuiva	
	5	1	3495	69	70	69	69	10,2	Kuiva ja likainen	
	6	1	3495	76	76	76	83	10,7	Kuiva ja likainen	

8	1	4895	52	52	51	52	10,9
9	1	0	63	63	63	63	8,7
10	1	0	76	76	76	76	8,9
11	1	1677	74	74	73	74	8,7
12	1	1677	68	68	69	68	9,3

PVM	Piste	Tieosa	Paaluluku	Mittaus1	Mittaus2	Mittaus3	KA	Kosteus	Huomi	Tie kostea 13°C, Tien lämpötila 12°C
Vko 39 (27.9.)		1	1	2080	39	40	39	39	11,2	
klo 9.40		2	1	2080	36	37	37	37	11,4	
		3	1	2670	35	35	35	35	11,5	
		4	1	2670	34	34	34	34	13,4	
		5	1	3495	26	26	26	26	14,9	
		6	1	3495	54	54	55	54	13,9	
		7	1	4895	51	51	51	51	16,4	
		8	1	4895	44	45	45	45	15,5	
		9	1	0	49	49	49	49	14,7	
		10	1	0	55	55	55	55	15,4	
		11	1	1677	43	43	43	43	14,8	
		12	1	1677	43	43	43	43	16	

PVM	Piste	Tieosa	Paaluluku	Mittaus1	Mittaus2	Mittaus3	KA	Kosteus	Huomi	Tie kuiva 10°C, Tien lämpötila 11°C
Vko 40 (4.10.)		1	1	2080	92	91	91	91	9,1	Vähän kostea
klo 9.35		2	1	2080	93	93	92	93	9	Vähän kostea
		3	1	2670	101	101	102	101	8,8	
		4	1	2670	111	112	112	112	10	
		5	1	3495	106	106	106	106	7,5	
		6	1	3495	112	112	111	112	7,6	
		7	1	4895	152	152	153	152	9	
		8	1	4895	167	167	168	167	7,8	
		9	1	0	127	127	127	127	8	
		10	1	0	137	138	138	138	7,7	
		11	1	1677	115	115	113	114	8,3	
		12	1	1677	108	108	108	108	8,8	

PVM	Piste	Tieosa	Paaluluku	Mittaus1	Mittaus2	Mittaus3	KA	Kosteus	Huomi	Tie osittain vähän kostea 7°C, Tien lämpötila 9°C
Vko 41 (11.10.)		1	1	2080	107	106	107	107	8,5	
klo 9.35		2	1	2080	111	111	111	111	8,9	
		3	1	2670	144	145	145	145	11,2	
		4	1	2670	157	156	157	157	10,6	
		5	1	3495	96	95	95	95	8,8	
		6	1	3495	99	99	99	99	9,4	
		7	1	4895	101	100	101	101	9,8	
		8	1	4895	127	127	126	127	9,6	
		9	1	0	86	86	86	86	9,1	
		10	1	0	98	98	98	98	9,6	
		11	1	1677	119	120	120	120	9,3	
		12	1	1677	119	119	119	119	9,5	

PVM	Piste	Tieosa	Paaluluku	Mittaus1	Mittaus2	Mittaus3	KA	Kosteus	Huomi	Tie kostea 12°C, Tien lämpötila 12°C
Vko 42 (19.10.)		1	1	2080	35	35	35	35		
klo 10.05		2	1	2080	32	32	32	32		
		3	1	2670	40	40	41	40		
		4	1	2670	46	46	46	46		
		5	1	3495	40	39	39	39		
		6	1	3495	36	36	36	36		
		7	1	4895	47	47	47	47		
		8	1	4895	45	46	46	46		
		9	1	0	37	36	37	37		
		10	1	0	43	44	43	43		
		11	1	1677	39	42	41	41		
		12	1	1677	40	40	40	40		